



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104457782 B

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201410487589.2

(22)申请日 2014.09.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104457782 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(30)优先权数据
14/035114 2013.09.24 US

(73)专利权人 霍尼韦尔国际公司
地址 美国新泽西州

(72)发明人 K.J.康纳 Y.伊施哈拉 R.J.贝里

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 王岳 张懿

(51)Int.Cl.

G01C 23/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2002075171 A1,2002.06.20,
US 2002089432 A1,2002.07.11,
US 6177888 B1,2001.01.23,
CN 102147470 A,2011.08.10,
US 2010283635 A1,2010.11.11,
CN 101680949 A,2010.03.24,

审查员 杨士林

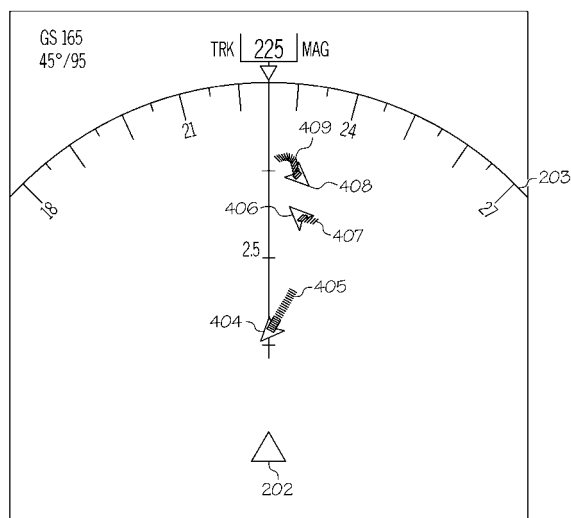
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

用于处理和显示尾流湍流的系统和方法

(57)摘要

公开了一种用于处理和显示尾流湍流的系统和方法。一种当在仿体的飞行路径的包络内时基于从其它飞行器接收到的飞行器类型和飞行参数而显示表示来自另一飞行器的尾流湍流的符号的系统和方法,该符号被格式化成指示尾流湍流的部分的严重程度。该格式根据飞行器的飞行路径和尾流湍流的衰变速率而被周期性地修改。



1. 一种用于显示飞行器相对于仿体的尾流湍流的系统,该系统包括:
多个数据源,被配置成确定:
飞行器的位置、飞行参数以及类型;以及
仿体的位置、飞行参数以及类型;
处理器,被耦合到所述多个数据源,并被配置成确定:
关于仿体的飞行路径的包络;
在考虑到飞行器的位置、飞行参数以及类型的情况下的飞行器包络内的每个飞行器的尾流湍流;
周期性地尾流湍流的衰变速率;
周期性地尾流湍流相对于衰变速率的严重程度;以及
指示该严重程度的格式,其中指示严重程度的格式包括在湍流生成的时间下垂直于飞行器飞行方向的多个平行线;以及
显示器,被耦合到所述处理器且被配置成显示尾流湍流的格式。
2. 权利要求1的系统,其中,飞行器的飞行参数由飞行器轨迹和高度确定,并且仿体的飞行参数由仿体航向和高度确定。
3. 权利要求1的系统,其中,飞行器的类型由飞行器的重量和尺寸中的至少一个确定,并且仿体的类型由仿体的重量和尺寸确定。
4. 权利要求1的系统,其中,所述包络包括在仿体以上的高度和以下的高度之间的空间以及在仿体前面和周围的限定区域内的空间。
5. 权利要求1的系统,其中,确定严重程度包括确定邻近于飞行器和仿体中的至少一个的风速和方向。
6. 权利要求1的系统,其中,所述处理器还被配置成通过确定仿体的风速和方向以及由仿体感测的湍流来确定衰变速率。
7. 权利要求1的系统,其中,指示严重程度的格式包括在湍流生成的时间下垂直于飞行器飞行方向的多个平行线,每个线被格式化指示由该线所表示的湍流的严重程度。
8. 权利要求7的系统,其中,每个线的格式包括多个色彩中的一个。
9. 一种用于显示飞行器相对于仿体的尾流湍流的方法,包括:
确定飞行器的位置、飞行参数以及类型;
确定仿体的位置、飞行参数以及类型;
确定关于仿体的飞行路径的有关包络;
在考虑飞行器的位置、飞行参数以及类型的情况下确定飞行器包络内的每个飞行器的尾流湍流;
周期性地确定尾流湍流的衰变速率;
周期性地确定尾流湍流相对于衰变速率的严重程度;
确定指示该严重程度的格式,其中,确定指示严重程度的格式包括:提供垂直于飞行器的飞行方向的多个平行线;以及
显示尾流湍流的格式。
10. 权利要求9的方法,其中,确定飞行器的飞行参数包括飞行器轨迹和高度,并且仿体的飞行参数包括仿体航向和高度。

11. 权利要求9的方法,其中,确定飞行器类型包括确定飞行器的重量和尺寸中的至少一个,并且确定仿体的类型包括确定仿体的重量和尺寸中的至少一个。

12. 权利要求9的方法,其中,确定所述包络包括限定在仿体以上的高度和以下的高度之间的空间,以及在仿体前面限定区域内的空间。

13. 权利要求9的方法,其中,确定严重程度包括确定邻近于飞行器和仿体中的至少一个的风速和方向。

14. 权利要求9的方法,其中,确定衰变速率包括确定仿体的风速和方向以及由仿体感测的湍流。

15. 权利要求9的方法,其中,确定指示严重程度的格式包括:
提供垂直于飞行器的飞行方向的多个平行线;以及
将每个线格式化指示线的严重程度。

用于处理和显示尾流湍流的系统和方法

技术领域

[0001] 本文所述的示例性实施例一般地涉及飞行器尾流湍流且更特别地涉及处理和向飞行器的飞行员显示尾流湍流(wake turbulence)。

背景技术

[0002] 全世界的空中交通计划每十至十四年翻倍且国际民航组织(ICAO)预测每年百分之五的世界空中旅行增长直至2020年为止。这种增长可引起安全和性能的退化和飞行组员的已经高工作负荷的增加。对飞行安全的负面影响中的一个已经是空勤人员设想(visualize)并避免尾流湍流的能力。在显示器上用透明(可理解的)表示来处理尾流湍流的能力可以显著地改善飞行组员的状况意识,导致增加的飞行安全和性能。

[0003] 知道其它飞行器在其空域中的位置以及任何相关尾流湍流以确保飞行安全对于飞行员而言是重要的。此外,飞行员必须解释所提供的信息,从而在其可以具有许多其它要作出的决定时占用他的思维过程。

[0004] 随着自动相关监控广播(ADS-B)装置的可用性的增加,驾驶舱交通信息显示(CDTI)显示器能够以增加的准确度示出周围交通并提供改善的状况意识。在ADS-B系统中,飞行器应答器接收全球定位系统(GPS)信号并确定飞行器的精确位置。此位置被与其它数据组合并向外广播到其它飞行器和空中交通管制员。周围交通的此显示使飞行员的交通的意识增加超过由空中交通管制(ATC)所提供的交通的意识。然而,当ADS-B目标的数目变成许多时,特别是在机场附近,来自每个飞行器的尾流湍流的考虑对于飞行员而言难以设想。

[0005] 因此,期望提供一种用于处理并向飞行器的飞行员显示尾流湍流的系统和方法。此外,根据结合附图及前述技术领域和背景进行的后续详细描述和所附权利要求,示例性实施例的其它期望特征和特性将变得显而易见。

发明内容

[0006] 提供了一种用于处理并向飞行器的飞行员显示尾流湍流的系统和方法。

[0007] 在示例性实施例中,一种用于显示飞行器相对于仿体(ownship)的尾流湍流的系统包括:多个数据源,被配置成确定飞行器的位置、飞行参数以及类型;以及仿体的位置、飞行参数以及类型;处理器,被耦合到所述多个数据源,并被配置成确定关于仿体的飞行路径的包络;在考虑到飞行器的位置、飞行参数以及类型的情况下的飞行器包络内的尾流湍流;周期性地尾流湍流的衰变速率;周期性地尾流湍流相对于衰变速率的严重程度;以及指示该严重程度的格式;以及显示器,被耦合到所述处理器且被配置成显示尾流湍流的格式。

[0008] 在另一示例性实施例中,一种用于显示飞行器相对于仿体的尾流湍流的系统包括:多个数据源,被配置成确定飞行器的位置、飞行参数以及类型;以及仿体的位置、飞行参数以及类型;处理器,被耦合到所述多个数据源,并被配置成确定关于仿体的飞行路径的包络;在考虑到飞行器的位置、飞行参数以及类型和仿体的位置和类型的情况下的飞行器包络内的尾流湍流;用于尾流湍流的符号,该符号包括垂直于飞行器的飞行路径形成的多个

平行线;符号的线中每个的尾流湍流的严重程度;以及用于符号的线中每个的严重程度的衰变速率;以及显示器,被耦合到处理器且被配置成显示尾流湍流的符号。

[0009] 在又一示例性实施例中,一种用于显示飞行器的相对于仿体的尾流湍流的方法包括:确定飞行器的位置、飞行参数以及类型;确定仿体的位置、飞行参数以及类型;确定关于仿体的飞行路径的有关包络;在考虑到飞行器的位置、飞行参数以及类型的情况下确定飞行器包络内的尾流湍流;周期性地确定尾流湍流的衰变速率;周期性地确定尾流湍流相对于衰变速率的严重程度;确定指示该严重程度的格式;以及显示尾流湍流的格式。

附图说明

[0010] 下面将结合以下绘制图形来描述本发明,其中,相似的数字表示相似的元件(element),并且

[0011] 图1是根据本文所述示例性实施例的适合于在飞行器中使用的已知显示系统的框图;

[0012] 图2是根据示例性实施例的可在图1的飞行显示系统上呈递的示例性图像;

[0013] 图3是根据另一示例性实施例的可在图1的飞行显示系统上呈递的示例性图像;

[0014] 图4是根据又一示例性实施例的可在图1的飞行显示系统上呈递的示例性图像;以及

[0015] 图5是根据示例性实施例的适合于供图1的显示系统使用的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0016] 以下详细描述本质上仅仅是说明性的且并不意图限制主题的实施例或此类实施例的应用和使用。在本文中被描述为示例性的任何实施方式不一定要被解释为相比于其它实施方式是优选或有利的。此外,并不意图束缚于在先前的技术领域、背景、发明内容或以下详细描述中提出的明示或默示理论。

[0017] 虽然本文所述的示例性实施例提及显示关于飞行器的信息,但本发明还可应用于其它交通工具显示系统,诸如远洋轮中的显示器和由厂区外(off-site)管理员(例如ATC和用于靶标的地面管理员)所使用的显示器。

[0018] 本领域的技术人员将认识到可将结合本文公开实施例所述的各种说明性逻辑块、模块、电路、以及算法步骤实施为电子硬件、计算机软件、或两者的组合。上文就功能性和/或逻辑块部件(或模块)和各种处理步骤描述了实施例和实施方式中的某些。然而,应认识到的是可用被配置成执行指定功能的任何数目的硬件、软件和/或固件部件来实现此类块部件(或模块)。为了清楚地举例说明硬件和软件的此可互换性,大体上就其功能描述了各种说明性部件、块、模块、电路、以及步骤。此类功能被实施为硬件还是软件取决于对整个系统强加的特定应用和设计约束。技术人员可针对每个特定应用以变化的方式实施所述功能,但是不应将此类实施方式决定解释为引起从本发明的范围的脱离。例如,系统或部件的实施例可采用各种集成电路部件,例如存储器元件、数字信号处理元件、逻辑元件、查找表等,其可在一个或多个微处理器或其它控制设备的控制下执行各种功能。另外,本领域的技术人员将认识到本文所述的实施例仅仅是示例性实施方式。

[0019] 结合本文公开的实施例所述的方法或算法的步骤可直接地用硬件、用由处理器执

行的软件模块或用两者的组合来具体实施。软件模块可驻留于RAM存储器、闪速存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM或任何其它形式的本领域中已知的存储介质中。示例性存储介质被耦合到处理器,此类处理器能够从存储介质读取信息并向存储介质写入信息。作为替换,存储介质可对处理器是不可缺的。处理器和存储介质可驻留于ASIC中。ASIC可驻留于用户终端中。作为替代,处理器和存储介质可作为分立部件驻留于用户终端中。上面设备中的任何一个计算机可读存储介质的示例性、非限制性示例。

[0020] 在本文中,可单独地使用诸如第一和第二等关系术语来将一个实体或动作与另一实体或动作区别开而不一定要求或暗指此类实体或动作之间的任何实际的此类关系或顺序。诸如“第一”、“第二”、“第三”等数字序号仅表示多个中的不同个体,并且并不暗示任何顺序或序列,除非由权利要求语言具体地定义。权利要求中的任何一个的文本序列并不暗指必须根据此类序列按照时间或逻辑顺序来执行过程步骤,除非由权利要求的语言对其进行具体定义。在不脱离本发明的范围的情况下可按照任何顺序来交换该过程步骤,只要此类交换并不与权利要求语言相矛盾且不是在逻辑上无意义的即可。

[0021] 为了简洁的缘故,在本文中可能并未详细地描述与图形和图像处理、导航、飞行计划、飞行器控制、飞行器数据通信系统以及某些系统和子系统(及其单个操作部件)的其它功能方面有关的常规技术。此外,在本文中包含的各种图中所示的连接线意图表示各种元件之间的示例性功能关系和/或物理耦合。应注意的是在主题的实施例中可存在许多替换或附加功能关系或物理连接。

[0022] 以下描述提及被“耦合”在一起的元件或节点或特征。除非另外明确地说明,如本文所使用的“耦合”意指一个元件/节点/特征被直接地或间接地接合到另一元件/节点/特征(或者直接地或间接地与之通信),并且不一定是机械地。因此,虽然图形可描述元件的一个示例性布置,但在所描述主题的实施例中可存在附加中间元件、设备、特征或部件。另外,还可仅仅出于参考的目的在以下描述中使用某术语,并且因此其并不意图是限制性的。

[0023] 本文所讨论的技术和概念涉及适于在与飞行器相关联的显示设备上指示对于飞行器操作而言是重要的尾流湍流的飞行系统。本文所述的映射方法可供各种飞行器,诸如飞机和直升机使用。航空环境在本文中被描述为示例性实施例且可包括从点至点的导航或在机场处的进近(approach)和着陆。可将各种类型的地图用于在侧视图上显示,例如道路地图、地形地图、航空地图以及地貌地图。

[0024] 某些应用可要求超过一个监视器、例如俯视显示屏来完成任务。这些监视器可包括二维移动地图显示器。移动地图显示器可包括飞行器、飞行计划以及周围环境的自顶向下视图。利用各种符号来表示导航提示,例如航线点符号、将航线点符号互连的线段、距离环,以及附近环境特征,例如地形、天气条件以及政治疆界。

[0025] 对下文所述那些的本发明的替换实施例可利用可用的任何导航系统信号,例如基于地面的导航系统、全球定位系统(GPS)导航辅助设备、飞行管理系统以及惯性导航系统。

[0026] 可例如根据GPS且对于其它飞行器而言根据ADS-B来确定仿体的所显示第一符号的位置,包括纬度/经度和高度。ADS-B通过使得飞行器实时地对ATC和对具有每秒发射的位置和速度数据的其它适当装备的ADS-B飞行器可见来增强安全。该系统依赖于两个航空电子部件:高完整性(high-integrity)导航源和用于ADS-B的数据链路。存在几个类型的已证

明ADS-B数据链路,但是最常见的一些在1090 MHz下或在978 MHz(仅USA)下操作。

[0027] 通过使用ADS-B信息,准确地跟踪其它飞行器(交通)位置是可能的。用此信息和飞行器类型,跟踪留在交通后面的潜在尾流湍流是可能的,因为其涉及仿体。尾流湍流严重程度取决于其它交通类型、仿体类型、风、大气湍流、速度以及在三维空间中的相对位置。通过独立地跟踪尾流的每个段,使用仿体数据使尾流“老化”并将该尾流段显示为针对尾流的相对严重程度而着色的单个线是可能的。例如,红线将是严重的,黄色是中度的且绿色是轻微的。这些并不是单独地基于时间,而是基于如下面将描述的衰变因数。

[0028] 数组(array)存储尾流段。每个尾流段将至少包含当前位置(纬度、经度以及高度)、取向(生成时的交通的航向)、目标高度(飘降(drift down)是生成高度的函数)、以及当前严重程度指数。

[0029] 仿体系统定义用于严重程度水平的系数。严重程度的每个水平(例如,严重、中度、轻微)将由例如不同的色彩和/或线权重和样式而限定。

[0030] 尾流湍流严重程度取决于仿体类型;交通类型、速度、以及在三维空间中的相对位置;以及包括风和大气湍流的环境因素。在例如1秒的每个时间间隔,针对所有相关飞行器对尾流段进行采样。相关性是基于在横向和垂直方向两者上与仿体的距离。在每个后续间隔上,尾流湍流的所有被跟踪段都“老化”。这包括用于风速和方向(能够根据仿体或其它飞行器周围的风来确定)的调整及严重程度的衰变。衰变因数是仿体处的感测湍流的函数。例如,衰变因数可以从0.9(平静)变至0.2(狂暴)。这有效地降低了每个时间间隔的严重程度。如果段的严重程度下降至最低极限以下,则其将从跟踪文件落下。

[0031] 尾流段当在由其相对于仿体路径和高度的位置确定的包络内时被显示。通常,包络将包括相对高度(+3000/-1000)和距离(在40nm内的当前跟踪的+/-90度)或在1nm内。然后以相反的严重程度顺序绘制在包络中的段以确保具有严重(红色)的重叠段在任何中度的(黄色)上面,其又在任何轻微的(绿色)上面。

[0032] 感测湍流将涉及到使用高通滤波器,优选地在加速度的全部三个轴上。所得到的加速度速率将被滤波以观察将指示整个气团的更长期的湍流。持续加速度最有可能是由飞行器引起的,而突然变化是湍流。对这些突然变化进行滤波并确定量值。加速度速率的量值的趋势识别持续湍流。

[0033] 参考图1,描绘了示例性飞行甲板显示系统100且将针对向飞行器内的飞行员显示尾流湍流来描述。系统100包括用户接口102、处理器104、各种可选传感器112、用于与数据链路120通信的各种外部数据源114、以及显示设备116。在某些实施例中,可将用户接口102和显示设备116在同一设备(例如触控板)中组合。用户接口102与处理器104进行可操作通信并被配置成从用户109(例如飞行员)接收输入且响应于该用户输入而向处理器104供应命令信号。用户接口102可以是各种已知用户接口设备中的任何一个或组合,包括但不限于光标控制设备(未示出),诸如鼠标、轨迹球或操纵杆和/或键盘、一个或多个按钮、开关或旋钮。

[0034] 处理器104可以是许多已知通用微处理器或专用处理器中的任何一个,其响应于程序指令而操作。在所描述实施例中,处理器104包括机载RAM(随机存取存储器)103、以及机载ROM(只读存储器)105。可将控制处理器104的程序指令存储在RAM 103和ROM 105中的一个或两者中。例如,可将操作系统软件存储在ROM 105中,而各种操作模式软件例程和各

种操作参数可存储在RAM 103中。将认识到的是这仅仅是用于存储操作系统软件和软件例程的一个方案的示例,并且可实施各种其它存储方案。还将认识到可使用各种其它电路、而不仅仅是可编程处理器来实施处理器104。例如,还可以使用数字逻辑电路和模拟信号处理电路。

[0035] 无论具体地如何实施处理器104,其与显示设备116进行可操作通信,并被耦合以从各种传感器112接收各种类型的惯性数据以及从外部数据源114接收各种其它航空电子相关数据。处理器104被配置成响应于惯性数据和航空电子相关数据,并向显示设备116供应适当的显示命令。显示设备116响应于来自处理器104的显示命令而选择性地呈递各种类型的文本、图形和/或图标信息。下面将进一步更详细地描述其中由显示设备116呈递文本、图形和/或图标信息的优选方式。然而,在这样做之前,将至少在所描述实施例中提供传感器112以及外部数据源114的简要描述。

[0036] 可使用现在已知或将来开发的用于供应各种类型的惯性数据的各种类型的惯性传感器、系统和或子系统来实施传感器112。该惯性数据也可改变,但是优选地包括表示飞行器状态的数据,诸如,例如飞行器速度、航向、高速以及姿态。外部数据源114的数目和类型也可改变。例如,外部系统(或子系统)可包括例如交通和防冲突系统(TCAS)和导航计算机。然而,为了便于描述和举例说明,在图1中仅描述了机载数据链路单元119和GPS接收机122,并且现在将对其进行简要的描述。

[0037] GPS接收机122是多信道接收机,其中每个信道被调谐成接收由沿地球轨道飞行的GPS卫星(未示出)的星座发射的GPS广播信号中的一个或多个。每个GPS卫星每天环绕地球两次,并且将轨道布置成使得至少四个卫星始终在来自地球上的几乎任何地方的视线内。GPS接收机122在从GPS卫星中的至少三个以及优选地四个或更多个接收到GPS广播信号时确定GPS接收机122与GPS卫星之间的距离和GPS卫星的位置。基于这些确定,GPS接收机122使用称为三角测量的技术来确定例如飞行器位置、地面速度以及地面轨迹角。

[0038] 如上所述,显示设备116响应于从处理器104供应的显示命令而选择性地呈递各种文本、图形和/或图标信息,并从而向用户109供应视觉反馈。将认识到的是可使用适合于以用户109可观看的格式来呈递文本、图形、和/或图标信息的许多已知显示设备中的任何一个来实施显示设备116。此类显示设备的非限制性示例包括各种阴极射线管(CRT)显示器以及各种平板显示器,诸如各种类型的LCD(液晶显示器)和TFT(薄膜晶体管)显示器。另外可将显示设备116实施为面板安装显示器、HUD(平视显示器)投影或许多已知技术中的任何一个。另外应注意的是可将显示设备116配置为许多类型的飞行器飞行甲板显示器中的任何一个。例如,仅举几个例子,可将其配置为多功能显示器、水平情形指示器、或垂直情形指示器。然而,在所述实施例中,显示设备116被配置为水平情形指示器。

[0039] 在操作中,显示系统100还被配置成处理用于仿体的当前飞行状态数据。在这方面,飞行状态数据的源生成、测量和/或提供与仿体的操作状态、仿体在其中操作的环境、飞行参数等有关的不同类型的数据。在实践中,可使用线路可替换单元(LRU)、换能器、加速度计、仪表、传感器及其它众所周知的设备来实现飞行状态数据源。由飞行状态数据源提供的数据可以在没有限制的情况下包括:空速数据;地速数据;高度数据;姿态数据,包括俯仰数据和滚动数据;偏航数据;地理位置数据,诸如GPS数据;时间/日期信息;航向信息;天气信息;飞行路径数据;轨迹数据;雷达高度数据;几何高度数据;风速数据;风向数据;等。显示

系统100被适当地设计以在本文中更详细地描述的方式来处理从飞行状态数据源获得的数据。

[0040] 在示例性实施例中,数据链路单元119被适当地配置成支持仿体与一个或多个远程系统(例如数据链路120)之间的数据通信。更具体地,数据链路单元119用来接收在仿体附近的其它飞行器的当前飞行状态数据。在特定实施例中,将数据链路单元119实施为从除仿体之外的飞行器接收飞行状态数据的飞行器到飞行器(aircraft to aircraft)数据通信模块。接收到的数据的示例包括例如天气信息、交通信息、其它飞行器的类型,例如其它飞行器的尺寸,诸如“重型”、其它飞行器的三维行进方向、以及诸如空速之类的飞行参数。可针对与ADS-B技术、与TCAS技术、和/或与类似技术的兼容性来配置数据链路单元119。

[0041] 应理解的是图1是用于解释和便于描述的目的的显示系统100的简化表示,并且图1并不意图以任何方式限制主题的应用或范围。在实践中,显示系统100将包括用于提供附加功能和特征的许多其它设备和部件,如在本领域中将认识到的。

[0042] 参考图2,显示器116包括其中可同时地显示多个图形图像的显示区域200,例如航向指示器203。虽然描述了自顶向下视图,但应理解的是根据示例性实施例可以描述垂直或透视视图。通常以图形或数字格式来提供附加信息(未示出)。显示区域200还可包括导航辅助设备,诸如导航参考和各种地图特征(未示出),包括但不限于地形、政治疆界以及末端和专用空域区域,其为了明了起见而在图2中未示出。符号202被显示为包含飞行甲板显示系统100的仿体。可例如根据GPS来确定仿体的符号202的位置。

[0043] 针对仿体且当针对发射飞行器相关参数的其它飞行器204、206、208(诸如在ADS-B系统内)接收、直接地从飞行器204、206、208或诸如地面站或卫星之类的远端源(未示出)发射时处理数据。对于图2的此第一示例性实施例而言,数据包括飞行参数,其包括位置数据(位置和方向)、速度以及飞行器类型。在显示区域200上在由位置数据确定的位置中显示表示每个飞行器204、206、208的图像。例如可以分别地邻近于飞行器的图像204、206、208而为飞行器204、206、208提供标识号(未示出)的显示。

[0044] 所显示的尾流湍流可局限于预定义区域或包络,诸如在与飞行路径的指定距离内。该包络可包括例如仿体周围的2nm、向前至20nm的轨迹的加/减90度。另一示例包括在仿体飞行路径前面40nm和到侧面1nm的水平距离以及例如在仿体飞行路径以上3000英尺和以下1000英尺的高度。

[0045] 分别地,每个飞行器204、206、208的尾流湍流205、207、209被显示为在期望包络内,并且是在生成的时间下垂直于其相应的飞行器的飞行方向而形成的多个平行间隔线。表示尾流湍流205、207、209的线段与其相应的飞行器204、206、208间隔越远,其通常将加宽,因为那是尾流湍流的性质—其随着其老化而随着时间和距离“散开”。生成飞行器的位置在尾流段的生成之后是无关的。另外,尾流湍流205、207、209的线段例如被按包括厚度、类型(虚线、实线)的线样式而格式化,但是优选地是彩色的,以表示尾流湍流205、207、209的严重程度(量值)。更接近于飞行器204、206、208的较强尾流湍流205、207、209可以被着色为红色,例如以指示严重湍流,而较老的尾流段可以被着色为黄色,例如以指示中度湍流,并且最老的尾流段可以被着色为绿色,例如以指示轻度湍流。例如,尾流湍流205包含严重湍流211、中度湍流212、以及轻度湍流213,其在本示例中被用于严重湍流211的实心矩形、用于中度湍流212的空心矩形、以及用于轻度湍流213的线来如此指示。请注意,尾流湍流

205、207、209主要在飞行器204、206、208后面笔直地对准，因为风仅仅为15节（如在显示器的左上部分中所指示的）。

[0046] 在本描述的过程期间，可根据图示出各种示例性实施例的不同图而使用相似的数字来识别相似的元件。

[0047] 参考图3，飞行器308不具有尾流湍流且飞行器304正在产生尾流湍流305。注意尾流湍流305不直接地在飞行器的行进线后面的程度。此偏移是由于“推动”尾流湍流远离飞行器飞行路径的强95节风而引起的。

[0048] 在图4中，分别地，将每个飞行器404、406、408的尾流湍流405、407、409显示为在期望包络内，并且是垂直于其相应的飞行器的飞行方向而形成的多个平行间隔线。正在由类似于图3横风的95节的强横风从飞行器404的飞行路径吹动尾流湍流405。尾流湍流409是曲线的，指示飞行器408已转弯或改变其航向。并且来自飞行器406的尾流湍流407是短的，指示尾流湍流已经最近仅出现在该包络内，或者可能不是非常强的。

[0049] 每个显示的尾流湍流段的格式由算法定义。该格式可包括不同的显示尺寸、色彩或图像。例如，最严重的尾流湍流可以是第一颜色的，中度尾流湍流可以是第二颜色的，而轻微尾流湍流可以是第三颜色的。

[0050] 图5是图示出适合于与飞行甲板显示系统100一起使用的方法500的示例性实施例的流程图。方法500表示用于在仿体的机载显示器上显示飞行器进近或离开的方法的一个实施方式。结合方法500所执行的各种任务可用软件、硬件、固件或其任何组合来执行。出于说明性目的，方法500的以下描述可参考上面结合先前的图所提到的元件。在实践中，可由所述系统的不同元件来执行方法500的部分，例如处理器、显示元件、或数据通信部件。应认识到的是方法500可包括任何数目的附加或替换任务，图5中所示的任务不需要按照所示顺序来执行，并且可将方法500结合到具有在本文中未详细描述的增加功能的更全面的程序或方法中。此外，可以从方法500的实施例中省略图5中所示的任务中的一个或多个，只要预定总体功能保持完整即可。

[0051] 根据图5的示例性方法，一种用于显示飞行器相对于仿体的尾流湍流的方法包括确定501飞行器的位置、飞行参数以及类型；确定502仿体的位置、飞行参数以及类型；确定503关于仿体的飞行路径的有关包络；在考虑到飞行器的位置、飞行参数以及类型的情况下确定504飞行器包络内的尾流湍流；周期性地确定505尾流湍流的衰变速率；周期性地506确定尾流湍流相对于衰变速率的严重程度；确定507指示该严重程度的格式；以及显示508尾流湍流的格式。将针对定义包络中的所有相关飞行器实现这种方法。

[0052] 上面已关于特定实施例描述了益处、其它优点、以及问题的解决方案。然而，不应将可能引起任何益处、优点、或解决方案发生或变得更加明显的任何（多个）元件、益处、优点、以及问题的解决方案解释为任何或所有权利要求的关键的、要求的、或必不可少的特征或元件。如本文所使用的术语“包括”、“包含”或任何其它其变体意图涵盖非排它性的包括，使得包括元件列表的过程、方法、物品或装置不仅包括那些元件，而且可包括未明确地列出或此类过程、方法、物品、或装置所固有的其它元件。

[0053] 虽然在前述详细描述中已提出了至少一个示例性实施例，但应认识到的是存在许多变体。还应认识到的是一个或多个示例性实施例仅仅是示例，并且并不意图以任何方式限制本发明的范围、适用性或配置。更确切地说，前述详细描述将为本领域的技术人员提供

用于实施本发明的示例性实施例的方便道路图,应理解的是在不脱离如在所附权利要求中阐述的本发明的范围的情况下可在示例性实施例中所述的元件的功能和布置方面进行各种更改。

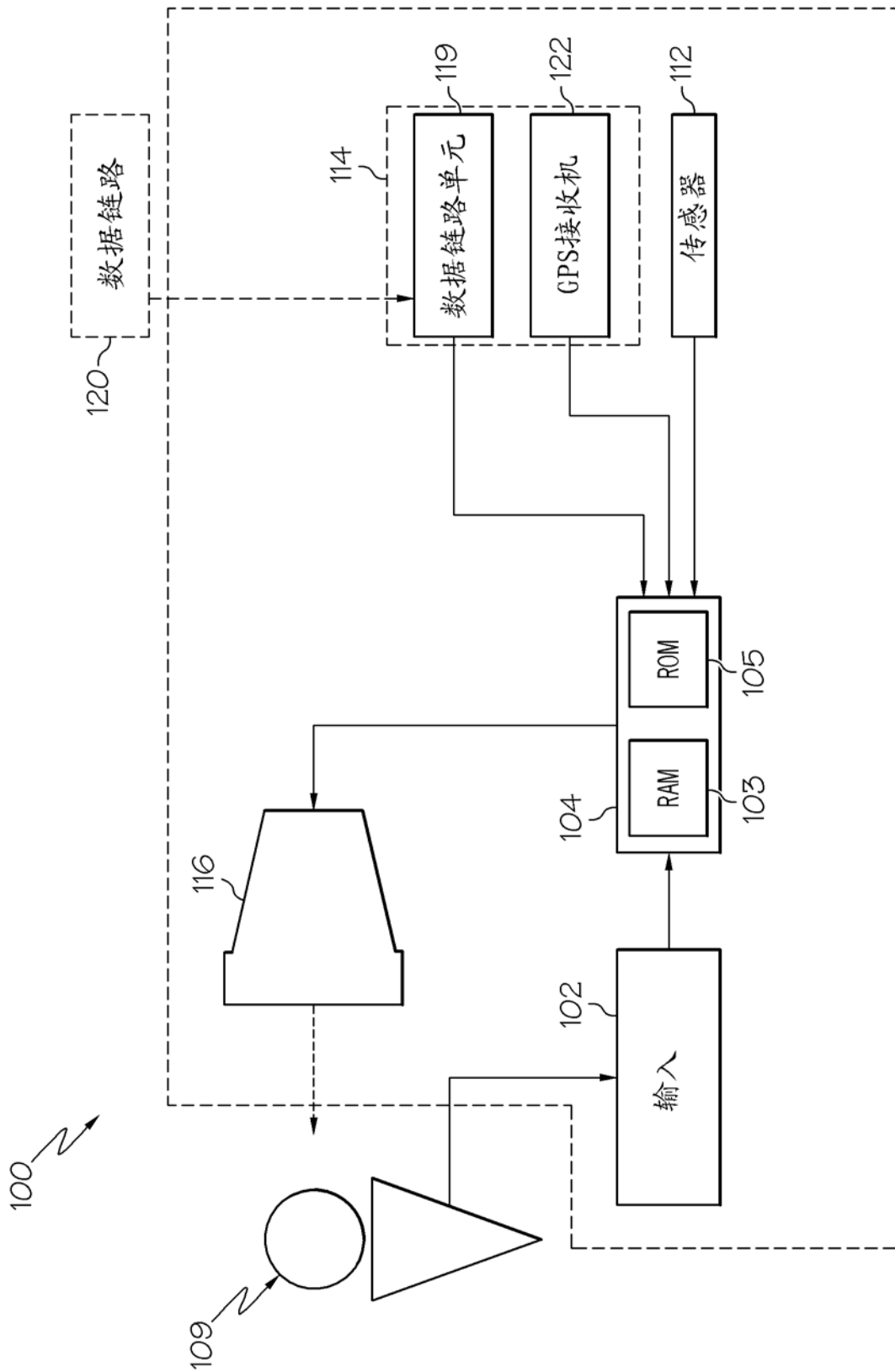


图 1

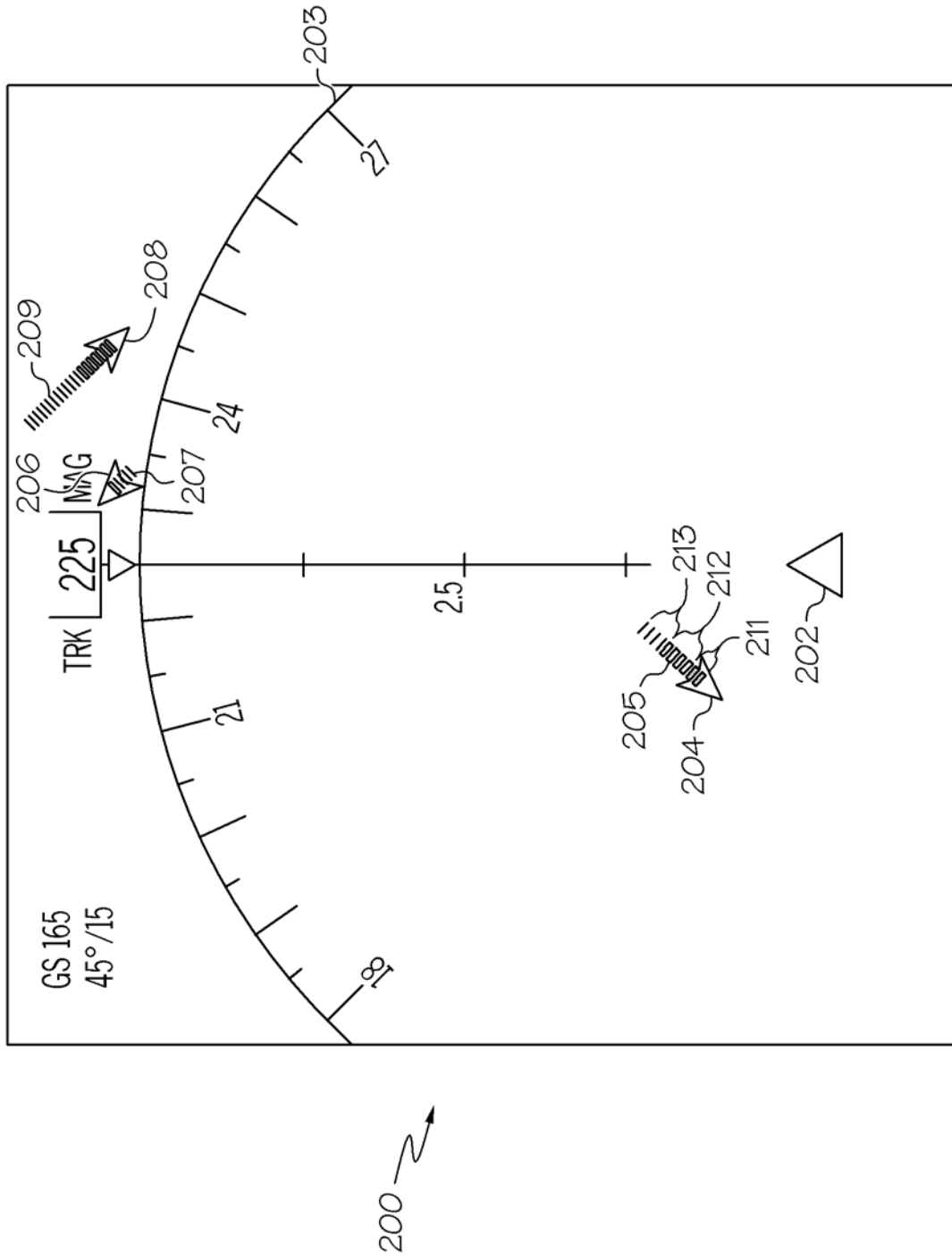


图 2

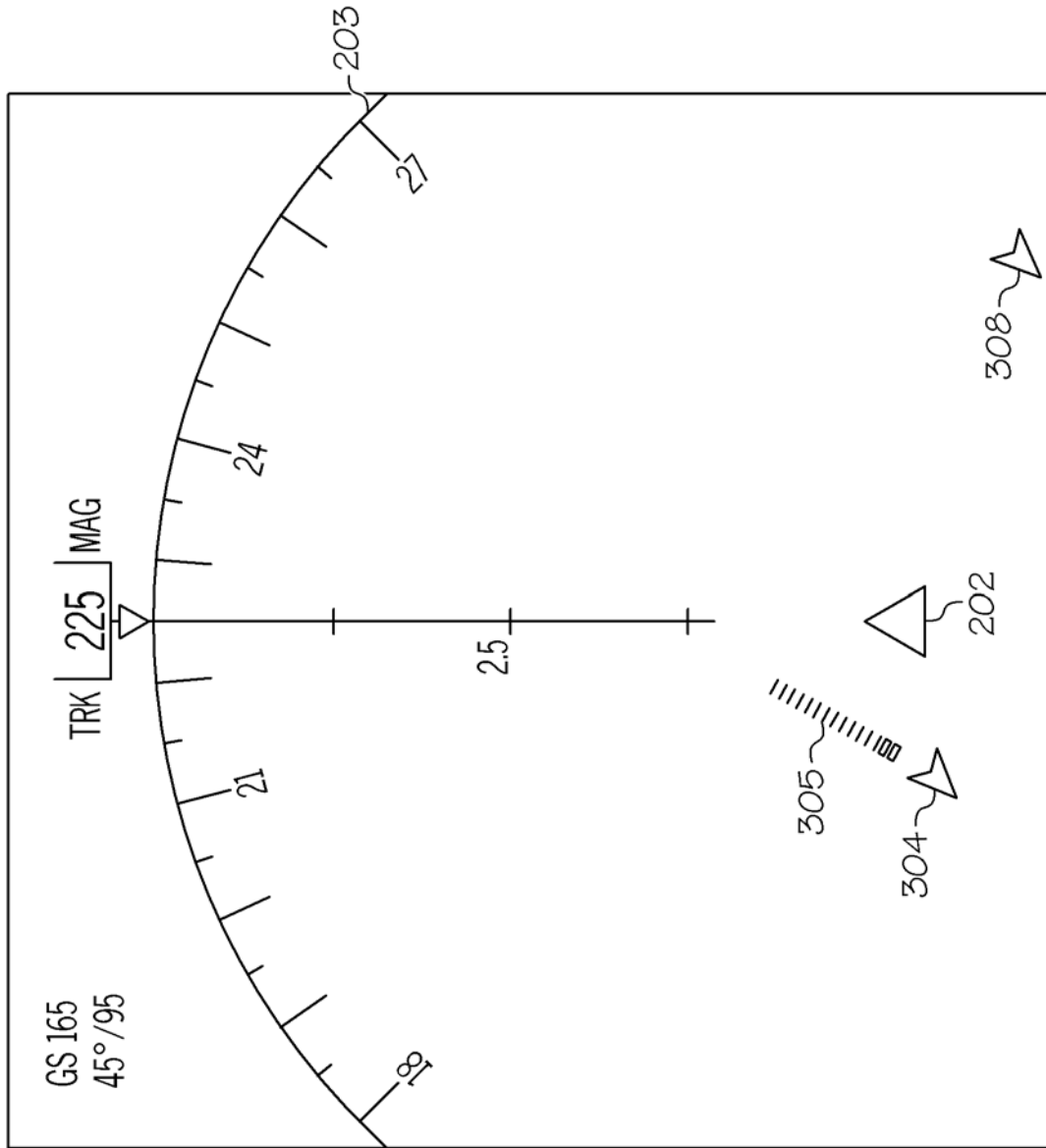


图 3

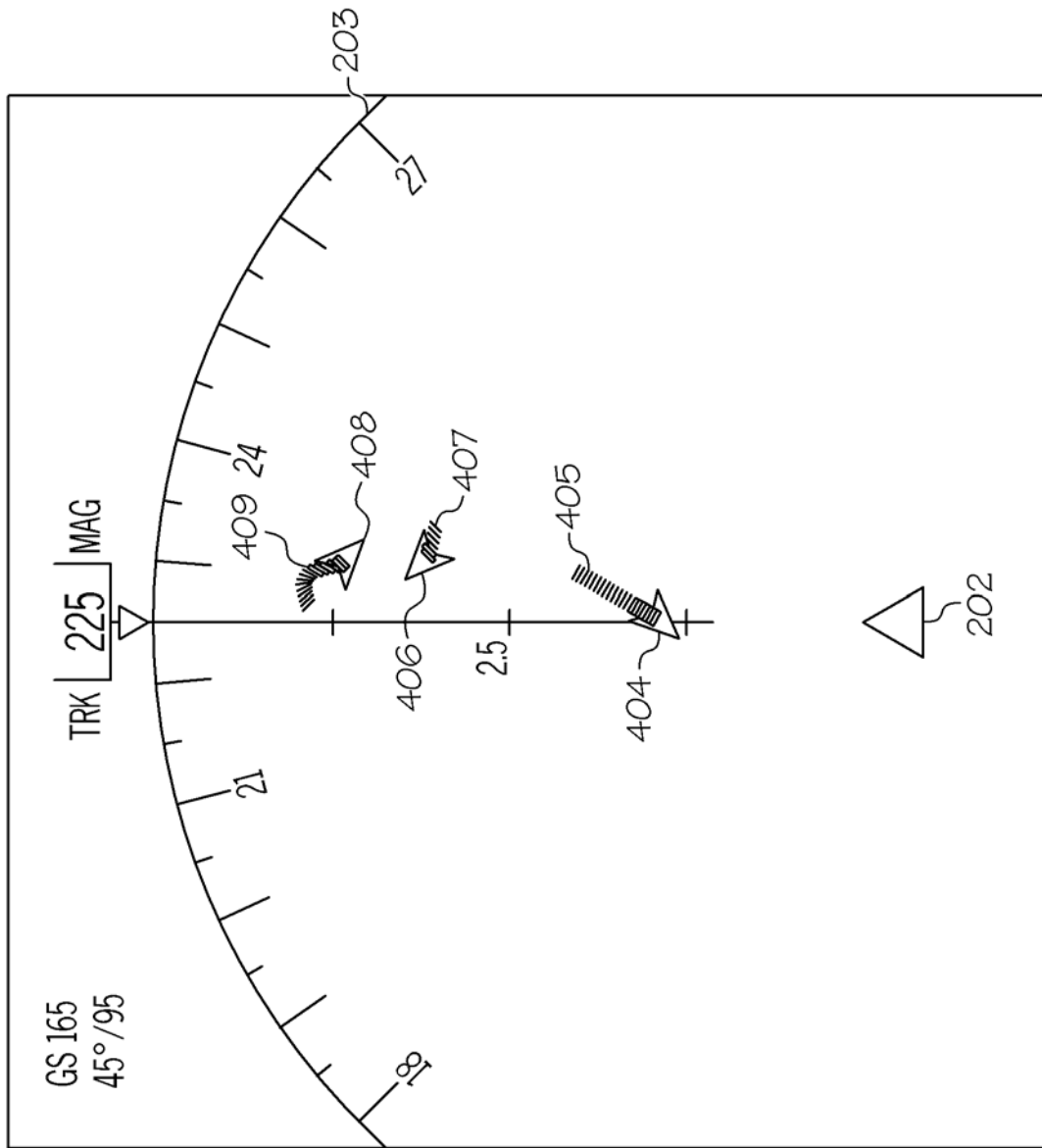


图 4

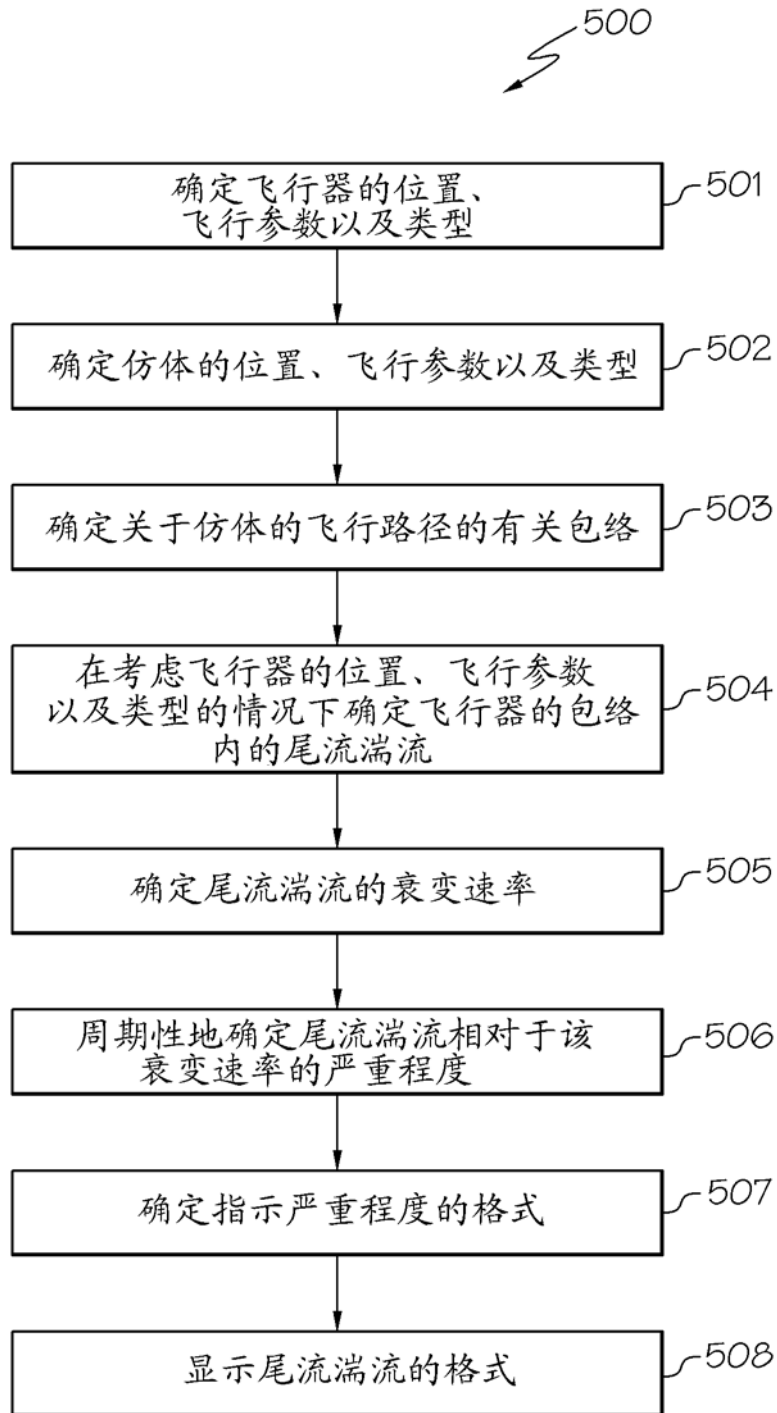


图 5