



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107933878 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201710771926.4

(22)申请日 2017.08.31

(30)优先权数据

15/291,505 2016.10.12 US

15/455,353 2017.03.10 US

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 D·M·皮特 S·N·普罗沃斯特

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 吕俊刚 杨薇

(51)Int.Cl.

B64C 3/00(2006.01)

B64F 5/60(2017.01)

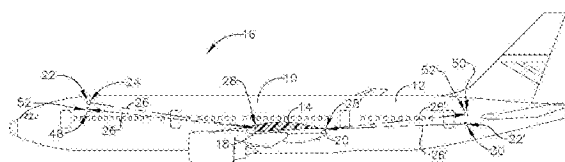
权利要求书2页 说明书23页 附图12页

(54)发明名称

用于校正飞机的机翼扭转的系统和方法

(57)摘要

用于校正飞机的机翼扭转的系统和方法。一种系统(16),该系统(16)包括与要位于飞机(10)的机翼(14)上的第一位置关联的第一光束定位传感器(52、52')。所述第一光束定位传感器(52、52')在所述第一光束定位传感器(52、52')上的可识别位置处感测第一光束。处理器被配置为从所述第一光束定位传感器(52、52')接收第一信号,其中该第一信号包括所述第一光束定位传感器(52、52')上的第一可识别位置。所述处理器被配置为确定所述机翼(14)上的所述第一位置的定位(24)并且执行所述机翼(14)上的所述第一位置的所述定位(24)与所述机翼(14)上的所述第一位置的预定分析定位(24)的第一比较。



1. 一种系统(16),该系统(16)包括:

与要位于飞机(10)的机翼(14)上的第一位置关联的第一光束定位传感器(52、52');其中,所述第一光束定位传感器(52、52')在所述第一光束定位传感器(52、52')上的第一可识别位置处感测第一光束;以及

处理器,该处理器被配置为:

从所述第一光束定位传感器(52、52')接收第一信号,该第一信号包括所述第一光束定位传感器(52、52')上的所述第一可识别位置;

确定所述机翼(14)上的所述第一位置的定位;以及

执行所述机翼(14)上的所述第一位置的所述定位与所述机翼(14)上的所述第一位置的预定分析定位的第一比较。

2. 根据权利要求1所述的系统(16),其中:

所述处理器还被配置为在所述第一比较中存在差异的情况下,发送用于控制可移动控制表面(36)的移动的指令;以及

致动器控制器,该致动器控制器被配置为接收所述指令并且基于所述指令操作致动器以移动所述可移动控制表面(36)。

3. 根据权利要求1所述的系统(16),该系统(16)还包括与所述飞机(10)的所述机翼(14)上的第二位置关联的第二光束定位传感器(52、52'),其中所述第二光束定位传感器(52、52')在所述第二光束定位传感器(52、52')上的第二可识别位置处感测第二光束。

4. 根据权利要求3所述的系统(16),其中,所述处理器还被配置为:

从所述第二光束定位传感器(52、52')接收第二信号,该第二信号包括所述第二光束定位传感器(52、52')上的所述第二可识别位置;

确定所述机翼(14)上的所述第二位置的定位;以及

执行所述机翼(14)上的所述第二位置的所述定位与所述机翼(14)上的所述第二位置的预定分析定位的第二比较。

5. 根据权利要求3所述的系统(16),其中:

所述第一光束定位传感器(52、52')与要位于所述机翼(14)上的所述第一位置关联,其中,要位于所述机翼(14)上的所述第一位置包括所述机翼(14)在所述机翼(14)的翼弦处的前缘(18);并且

所述第二光束定位传感器(52、52')与要位于所述机翼(14)上的所述第二位置关联,其中,要位于所述机翼(14)上的所述第二位置包括所述机翼(14)在所述机翼(14)的所述翼弦处的后缘(20)。

6. 根据权利要求3所述的系统(16),该系统(16)还包括:

第一反射表面(40、40'),该第一反射表面(40、40')被与要位于所述机翼(14)上的所述第一位置关联地设置在所述机翼(14)上;以及

第二反射表面(40、40'),该第二反射表面(40、40')被与要位于所述机翼(14)上的所述第二位置关联地设置在所述机翼(14)上。

7. 根据权利要求3所述的系统(16),其中:

所述第一光束定位传感器(52、52')被与所述飞机(10)的所述机翼(14)上的所述第一位置关联地设置在所述机翼(14)上;并且

所述第二光束定位传感器(52、52')被与所述飞机(10)的所述机翼(14)上的所述第二位置关联地设置在所述机翼(14)上。

8. 一种方法(176),该方法(176)包括步骤(180):

在第一光束定位传感器(52、52')上的第一可识别位置处感测第一光束,其中,所述第一光束定位传感器(52、52')与要位于飞机(10)的机翼(14)上的第一位置关联;

由处理器从所述第一光束定位传感器(52、52')接收第一信号,该第一信号包括所述第一光束定位传感器(52、52')上的所述第一可识别位置;

由所述处理器确定所述机翼(14)上的所述第一位置的定位(24);以及

由所述处理器执行所述机翼(14)上的所述第一位置的所述定位(24)与所述机翼(14)上的所述第一位置的预定分析定位(24)的第一比较。

9. 根据权利要求8所述的方法(176),该方法(176)还包括步骤(182):

在所述第一比较中存在差异的情况下,由所述处理器发送用于控制可移动控制表面(36)的移动的第一指令;以及

由被配置为接收所述第一指令的致动器控制器接收所述第一指令并且该致动器控制器基于所述第一指令操作致动器以移动所述可移动控制表面(36)。

10. 根据权利要求8所述的方法(176),该方法(176)还包括步骤(184):

与所述飞机(10)的所述机翼(14)上的第二位置关联的第二光束定位传感器(52、52')在所述第二光束定位传感器(52、52')上的第二可识别位置处感测第二光束;

由所述处理器从所述第二光束定位传感器(52、52')接收第二信号,该第二信号包括所述第二光束定位传感器(52、52')上的所述第二可识别位置;

由所述处理器确定所述机翼(14)上的所述第二位置的定位(30);

由所述处理器执行所述机翼(14)上的所述第二位置的所述定位(30)与所述机翼(14)上的所述第二位置的预定分析定位(30)的第二比较;

在所述第二比较中存在差异的情况下,由所述处理器发送用于控制可移动控制表面(36)的移动的第二指令;以及

由被配置为接收所述第二指令的致动器控制器接收所述第二指令并且该致动器控制器基于所述第二指令操作致动器以移动所述可移动控制表面(36)。

## 用于校正飞机的机翼扭转的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于使飞机的机翼上的阻力最小化的系统和方法,并且更具体地,涉及用于在飞行期间校正飞机的机翼扭转的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 飞机的机翼是柔性的。机翼在飞行期间的弯曲和扭转特别在飞行的巡航部分期间可进而对飞机产生有害附加阻力。对飞机的附加阻力导致燃料消耗的增加,这导致更高的运营成本。

[0003] 机翼上的相机和标记已经被采用来在飞行操作期间或在飞行模拟期间观察测试或试验飞机的机翼的特定配置。然而,在飞行操作期间利用相机有时将不是实际的或有用的。可例如在可能发生不利的天气状况的高度下损害光学检测。另外,差或减弱光状况也可相对于在飞行期间观察机翼的配置损害相机光学检测表现。

[0004] 需要提供用来在飞行期间检测机翼偏转和扭转并且采取校准措施的系统和方法。

### 发明内容

[0005] 系统的示例包括与要位于飞机的机翼上的第一位置关联的第一光束定位传感器;其中所述第一光束定位传感器在所述第一光束定位传感器上的可识别位置处感测第一光束。所述系统还包括处理器,该处理器被配置为从所述第一光束定位传感器接收第一信号,其中该第一信号包括所述第一光束定位传感器上的第一可识别位置。所述处理器被配置为确定所述机翼上的所述第一位置的定位并且执行所述机翼上的所述第一位置的所述定位与所述机翼上的所述第一位置的预定分析定位的第一比较。

[0006] 方法的示例包括在第一光束定位传感器上的可识别位置处感测第一光束的步骤,其中所述第一光束定位传感器与要位于飞机的机翼上的第一位置关联。所述方法还包括以下步骤:由处理器从所述第一光束定位传感器接收第一信号,其中该第一信号包括所述第一光束定位传感器上的所述可识别位置;以及由所述处理器确定所述机翼上的所述第一位置的定位。所述方法还包括以下步骤:由所述处理器执行所述机翼上的所述第一位置的所述定位与所述机翼上的所述第一位置的预定分析定位的第一比较。

[0007] 已经被讨论的特征、功能和优点可被独立地实现在各种实施方式中或者可以被组合在仍然其它的实施方式中,可参照以下描述和附图看到仍然其它的实施方式的另外的细节。

### 附图说明

[0008] 图1是具有沿着机翼的翼弦截取的飞机的机翼的截面并且具有从机身朝向机翼的前缘和后缘发射的激光束的飞机的侧面正视图;

[0009] 图2是固定到在符合飞机的机身的外表面的第一透明面板的截面视图后面间隔开设置的万向节(gimbal)的激光器的示意侧面剖面视图;

[0010] 图3是其中从机身向机翼的前缘和后缘发射的激光束被朝向飞机的机身反射回的图1的飞机的侧面正视图；

[0011] 图4是具有与符合机翼的外表面的第二透明面板的截面视图间隔开设置的激光束目标装置的第一实施方式的机翼的前缘的示意截面侧面剖面视图；

[0012] 图5是具有在符合机翼的外表面的第二透明面板后面间隔开设置的激光束目标装置的第一实施方式的机翼的后缘的示意截面侧面剖面图；

[0013] 图6是光电二极管光束定位传感器的示意平面视图；

[0014] 图7是固定到飞机的机身并且与符合飞机的机身的外表面的第三透明面板间隔开设置的机身光束定位传感器的示意截面侧面剖面视图；

[0015] 图8是示出了源自于机身的激光束被发射到沿着机翼的前缘和后缘设置的激光束目标装置的第一实施方式上同时激光束被朝向飞机的机身反射回的飞机的部分示意俯视平面图；

[0016] 图9是具有与符合机翼的外表面的第二透明面板的截面视图间隔开设置的激光束目标装置的第二实施方式的机翼的前缘的示意截面侧面剖面视图；

[0017] 图10是具有与符合机翼的外表面的第二透明面板的截面视图间隔开设置的激光束目标装置的第二实施方式的机翼的后缘的示意截面侧面剖面视图；

[0018] 图11是示出了激光束源自于机身到利用激光束沿着机翼的前缘和后缘设置的激光束目标装置的第二实施方式上的飞机的部分示意俯视平面图；

[0019] 图12是用于感测飞机的机翼的一部分的偏转的方法的流程图；

[0020] 图13是具有用于校正飞机的机翼扭转的系统的第二示例的飞机的示意部分俯视平面图；

[0021] 图14是具有用于校正飞机的机翼扭转的系统的第二示例的飞机的示意部分俯视平面图；以及

[0022] 图15是用于校正飞机的机翼扭转的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0023] 在长途飞行期间,例如,飞机消耗大量燃料,这进而改变飞机的总体重量。飞机的负重的此改变也影响被施加于机翼以使飞机保持在配平飞行(trimmed flight)中所需的要求气动升力。飞机在巡航期间的重量载荷和气动升力状况的这些改变可导致对机翼的部分相对于机身给予偏转并且也导致相对于机身对机翼给予扭转。巡航飞行期间的负重和气动升力的这些变化状况也可对飞机的飞行攻角给予改变,这也可导致将附加阻力加到飞机。

[0024] 在飞行期间发生机翼的部分的偏转或弯曲和扭转的情况下,需要在飞行期间监测机翼以检测并测量或者探知机翼的正相对于机身偏转和扭转的部分。在能够在飞行期间检测并探知由机翼的部分引发的偏转和扭转的量的情况下,此信息提供用于应用校正措施来抵消机翼的部分的偏转和扭转以便向机翼提供有利配置以便减少或者消除机翼对飞机给予附加阻力的机会。如以上所提及的,阻力的减少将提供燃料消耗的减少和运营成本的减少。

[0025] 在更多飞机现在由复合材料构造的情况下,现由复合材料构造的机翼往往在操作

期间经历更显著的移动和弯曲。通过机翼的此更显著的移动还增强在飞行期间监测机翼的偏转和扭转的需要。监测机翼的偏转和扭转配置将协助确定将需要在飞行期间对机翼的配置作出什么校正修改以便获得飞机的最优且高效的运营表现。再者,如以上所提及的,用于减少偏转和扭转的发生的对机翼的配置的修改减少或者消除对飞机的附加阻力的产生,从而提供减少的运营成本。来自机翼的扭转的去除将减少飞行期间的有害阻力,将减少燃料的消耗,并且将导致飞机的更低运营成本。

[0026] 如早先提及的,飞机的机翼被构造为柔性的。诸如基于例如飞行期间的燃料消耗的飞机的重量的改变以及作用于机翼以使飞机维持在配平飞行中所需的要求气动升力载荷的改变的因素对沿着机翼的长度的机翼的部分相对于机身给予偏转。沿着机翼的翼弦而变化的机翼的部分的偏转给予机翼相对于机身的扭转配置。相对于偏转和扭转的机翼配置的改变在飞行期间对飞机产生附加阻力,结果增加燃料消耗并且产生更高的运营成本。在飞行期间在沿着机翼的定位处检测并探知或者测量在机翼中发生的偏转和扭转将是有利的。在获得关于机翼在飞行期间的偏转和扭转的信息的情况下,提供了相对于机翼的偏转和扭转配置应用校正措施的机会。在飞行期间应用的校准措施可减少或者消除附加阻力并且因此减少运营成本。

[0027] 在理解机翼在飞行期间的配置时,将有助于在机翼上的预定定位处监测并探知机翼的位置以在预定定位处确定机翼相对于机身的偏转。另外,将有助于在机翼上的被设置在机翼的相同翼弦上的两个预定定位处检测并探知偏转。在本文所讨论的示例中设置在机翼上的相同翼弦上的两个预定定位将被设置在机翼的前缘处和在机翼的后缘处。在本文所讨论的监测系统的示例中,该监测系统将在机翼的位于相同翼弦上的前缘和后缘上检测并探知机翼相对于机身的偏转以便也提供机翼的扭转配置。此监测将发生在沿着机翼间隔开的至少两个或更多个翼弦上。

[0028] 参照图1,示出了具有机身12和机翼14的飞机10。也示出了用于在飞行期间在机翼14上的预定定位处监测机翼14的偏转位置时使用的监测系统16。如图1所示,机翼14示出了前缘18和后缘20。将在本文中讨论监测系统16的不同示例并且在各个示例中在固定到飞机10的机身12的系统中利用激光器。

[0029] 在激光器的第一示例中,如图2中看到的激光器22在设置在机翼14前面的第一定位24处被设置在机身12上。激光器22在机翼14的方向上发射激光束26。激光器22被设置为向预定定位(在此示例中,被设置在机翼14的前缘18处)发射激光束26并且将激光束26发射到在该定位处固定到机翼14的激光束目标装置28上。

[0030] 在用在监测系统16中的激光器的第二示例中,固定到机身12的激光器22' 被设置在机翼14后面的第二定位30处,如图1所指示的。激光器22' 未被详细地示出为固定到机身12,然而激光器22' 被类似地构造并且类似地安装在第二定位30处,像在图2中针对如被构造并安装在第一定位24处的激光器22所示的那样。将在下面更详细地描述此安装。激光器22' 被设置和固定到机身12并且发射激光束26', 如图1中看到的,并且像在图2中针对发射激光束26的激光器22类似地所示的那样。激光器22' 在机翼14的方向上发射激光束26' 并且被设置为向预定定位(在此第二示例中,被设置在机翼14的后缘20处)发射激光束26' 并且将激光束26' 发射到也固定到机翼14的激光束目标装置28' 上。

[0031] 如以上所提及的,在此示例中激光器22和激光器22' 二者在构造上彼此类似。激光

器22将激光束26发射到在前缘18上固定到机翼14的激光束目标装置28上并且激光器22'将激光束26'发射到在后缘20上固定到机翼14的激光束目标装置28'上。激光束目标装置28和28'也在构造上彼此类似。将在本文中描述激光束目标装置28和28'的两个实施方式。不管哪一个实施方式被采用,激光束目标装置28和28'之间的差异将在需要的情况下是大小的差异。激光束目标装置28'被容纳在机翼14的后缘20内并且与可沿着前缘18在机翼14内得到以用于容纳激光束目标装置28的更多空间对比,机翼14的该部分常常具有用于容纳激光束目标装置28'的更少空间。将相对于激光束目标装置28和28'的第一实施方式在本文中更详细地讨论激光束目标装置28和28'及其在机翼14内的安装,如分别在图4和图5中看到的。也将在本文中讨论并且将分别在图10和图11中看到激光束目标装置28和28'的第二实施方式。

[0032] 参照图2,激光器的第一示例(激光器22)被设置在第一定位24处,如图1所示。激光器22被设置为与机身12的外表面32间隔开。由诸如具有低折射的有机玻璃或其它适合的透明材料的材料构造的第一透明面板34被设置为与激光器22间隔开并且按照与激光器22重叠的关系设置。第一透明面板34的表面36符合机身12的表面32以便不在飞行期间对飞机10产生任何附加阻力。激光器22相对于机身12在第一定位24处的此构造和定位在针对激光器的第二示例(激光器22')的构造和定位上是类似的,所述激光器22'相对于机身12位于第二定位30处,在图3中对此进行参照。

[0033] 参照图3,飞机10被示出有利用激光束目标装置28和28'的第一实施方式的监测系统16。激光束26被从激光器22自第一定位24发射到激光束目标装置28上。如图4中看到的,激光束目标装置28包括具有反射表面40的反射器38。反射器38由各种形状中的一种构造并且在此示例中是凹的。反射器38选自诸如例如角形反射器或球面反射器的各种反射器中的一个并且具有由抛光金属饰面或其它适合的激光反射表面构造的反射表面40。如图4中看到的,反射器38被设置为与机翼14的外表面42间隔开。由诸如具有低折射的有机玻璃或其它适合的透明材料的各种材料中的一种构造的第二透明面板44被设置为与反射器38间隔开并且按照与反射器38重叠的关系设置。第二透明面板44的表面46符合机翼14的外表面42以便不在飞行期间对飞机10产生附加阻力。激光束26被从激光器22发射到反射表面40上并且激光束26被朝向机身12反射回到在机身12上的在此示例中设置在机翼14前面的第三定位48,如图3中看到的。

[0034] 类似地,相对于激光器的第二示例,激光器22'从第二定位30发射激光束26',如图3中看到的,并且发射到设置在机翼14的后缘20处的激光束目标装置28'上,如图5中看到的。参照图5,激光束目标装置28'包括具有反射表面40'的反射器38'。反射器38'和反射表面40'像以上针对反射器38和反射表面40所描述的那样被类似地构造。如此示例中看到的,反射器38'比反射器38稍小,以便适应机翼14的后缘20内的可用空间。第二透明面板44'被设置为与反射器38'间隔开并且按照与反射器38'重叠的关系设置。第二透明面板44'的表面46'符合机翼14的外表面42以便不在飞行期间对飞机10产生附加阻力。激光束26'被从激光器22'发射到反射表面40'上并且激光束26'被朝向机身12反射回到在机身12上的在此示例中设置在机翼14后面的第四定位50,如图3中看到的。

[0035] 参照图3、图4和图5,监测系统16在此示例中还包括机身光束定位传感器52和52'。定位传感器52和52'分别各自在第三定位48和第四定位50处固定到机身12,像在图3中参照

的那样。定位传感器52被设置为与反射器38的反射表面40光学对准,并且定位传感器52' 被设置为与反射器38' 的反射表面40' 光学对准。在此示例中设置在机翼14前面的第三定位48处的机身光束定位传感器52接收已经从反射器38的反射表面40反射的反射激光束26。类似地,在此示例中设置在机翼14后面的第四定位50处的机身光束定位传感器52' 接收已经从反射器38' 的反射表面40' 反射的反射激光束26' 。

[0036] 机身光束定位传感器52和52' 的示例在图6中可被视为光电二极管光束定位传感器54。定位传感器54包括被设置成面板60上的阵列58的多个二极管56。在监测系统16的操作中,激光束(诸如激光束26)被反射到定位传感器52的面板60上的多个二极管56中的特定二极管上。该特定二极管进而感测反射激光束26的存在。

[0037] 在此示例中,定位传感器52的面板60的所述多个二极管56中的各个二极管和反射器38的反射表面40上的不同位置相关并且和位于机翼14的前缘18处的预定定位处的机翼14上的特定定位相关。

[0038] 在面板60上感测从反射表面40反射的激光束26的特定二极管的位置的改变指示机翼14的移动已经发生并且识别可据此探知偏转位置的机翼14的位置的改变。因此,例如,监测系统16在机翼14的参照初始或非偏转位置处(诸如在飞机10在地面上静止的情况下)被启动。随着飞机10进行飞行并且机翼14挠曲,在机翼14上的预定定位处发生反射器38的反射表面40的位置的改变。反射表面40的位置的此改变将由感测反射激光束26的存在的不同的二极管来感测。

[0039] 二极管56中的新近感测二极管在预定定位处识别反射器38在机翼14上的位置并且识别机翼14的对应位置。此新近感测二极管因此提供机翼14的移动在机翼14上的预定定位处的检测并且提供由机翼14达到的新位置的识别。此数据将被传送到如将在下面讨论的控制器,该控制器将探知机翼的偏转并且也将确定定位传感器52的改变后的定位,将在下面相对于调整激光器以维持激光束发射到反射器38上对此进行讨论。机身光束定位传感器52根据在机翼14上的预定定位处探知机翼14的偏转来提供由机翼14达到的位置的移动和定位的检测。这与机身光束定位传感器52' 的操作类似,其中定位传感器52' 的面板60上的所述多个二极管56中的各个二极管和反射器38' 的反射表面40' 上的位置相关并且和在机翼14的后缘20处的预定定位处的机翼14上的位置相关。定位传感器52' 同样地根据在机翼14上的后缘20上的反射器38' 的预定定位处探知机翼14的偏转来提供由机翼14达到的位置的移动和定位的检测。

[0040] 参照图7,机身光束定位传感器52被设置为与机身12的外表面32间隔开。第三透明面板62被设置为与机身光束定位传感器52间隔开并且按照与机身光束定位传感器52重叠的关系设置。第三透明面板62由诸如具有低折射的有机玻璃或其它适合的透明材料的各种材料中的一种构造。第三透明材料62的表面64符合机身12的外表面32以便不在飞机10的飞行期间产生附加阻力。如图3所指示的并且未详细地示出的位于第四定位50处的机身光束定位传感器52' 的安装和构造在相对于机身12的构造和安装上与如图7所示的定位传感器52的安装和构造类似。定位传感器52' 像在图7中针对定位传感器52所示的那样被设置和固定并且定位传感器52' 像在图7中针对由定位传感器52接收的反射激光束26所示的那样接收反射激光束26' 。

[0041] 监测系统16还包括万向节66,如图2中看到的,该万向节66包括控制器68。在图2所



示的示例中,激光器22固定到万向节66,其中万向节66像将讨论的那样调整激光器22和激光束26的定位。激光器22固定到机身12,同时万向节66固定到机身12。机身光束定位传感器52通过有线或无线通信地连接到万向节66的控制器68。在此示例中用在监测系统16中的激光器的第二示例包括激光器22'。如早先提及的,激光器22'像针对激光器22所描述的那样并且像图2所示的那样类似地固定到机身12。激光器22'在此示例中像针对在图2中固定到具有控制器68的万向节66的激光器22所示的那样固定到包括控制器的万向节。类似地,激光器22'固定到机身12,同时诸如万向节66的万向节在图2中相对于激光器22固定到机身12。诸如像定位传感器52通信地连接到与激光器22关联的万向节66的控制器68一样,机身光束定位传感器52'同样地通信地连接到与激光器22'关联的万向节的控制器。

[0042] 定位传感器52和52'分别与固定到激光器22和22'的万向节的控制器进行通信。定位传感器52和52'分别基于接收到反射激光束26和26'向固定到激光器22和22'的万向节的控制器分别提供关于机翼14的移动和位置在反射表面40和40'的预定定位处的检测的信息。利用在反射器38和38'的预定定位处检测到的机翼14的位置,可探知机翼在这些定位处的偏转。此信息也给控制器提供反射表面40和40'的定位。另外,利用提供给控制器的(例如,定位传感器52上的激光束26和定位传感器52'上的激光束26'的)位置的信息,控制器向与该控制器关联的万向节提供适当的指令并且万向节相应地调整激光器22和22'的位置以使激光束26和26'保持分别与反射表面40和40'对准。维持激光器22和22'分别与反射器38和38'的对准使得监测系统16能够继续操作来检测并探知机翼14的偏转后的位置。如果反射表面40和40'基于机翼14在反射表面40和40'的预定定位处的偏转而移动,使得激光束26和26'不再分别被反射表面40和40'反射,则激光束26和26'将未被反射到定位传感器52和52'上并且监测系统16将不再操作。激光器22和22'的位置通过它们关联的固定到激光器22和22'的万向节的调整维持激光束26和26'分别与反射表面40和40'对准。

[0043] 在探知机翼14在与反射表面40和40'关联的预定定位处的偏转时考虑对激光器22和22'及其对应的激光束26和26'的位置作出的这些调整。同时,对激光器22和22'的调整许可监测系统16继续操作并且提供机翼14的移动和机翼14的位置在预定定位处的检测以便探知机翼14的偏转。

[0044] 参照图8,飞机10被示意性地示出利用采用如上所述的激光束目标装置28和28'的第一实施方式的监测系统16。激光束目标装置28和28'分别被设置在沿着机翼14的前缘18和沿着机翼14的后缘20的预定定位处。如图4所示的激光束目标装置28包括采用具有反射表面40的反射器38并且如图5所示的激光束目标装置28'包括采用具有反射表面40'的反射器38'。

[0045] 在图8所示的监测系统16的示例中,第一激光器70和第二激光器72固定到位于飞机10的机翼14前面的第一定位24处的机身12。与图2所示的激光器22的构造和安装类似,第一激光器70和第二激光器72被构造并安装在飞机10中。第三激光器74和第四激光器76在飞机10的机翼14后面的第二定位30处固定到机身12。与图2所示的激光器22的构造和安装类似,第三激光器74和第四激光器76被构造并安装在飞机10中。

[0046] 监测系统16的此示例利用如上所述并且如图4和图5所示的激光束目标28和28'的第一实施方式。激光束目标28包括各自像相对于图4所示的反射器38所看到的那样被构造和固定到飞机10的机翼14的第一反射器78和第二反射器80。第一反射器78和第二反射器80

沿着机翼14的前缘18彼此间隔开。第三反射器82和第四反射器84各自像针对图5所示的反射器38'所看到的那样被构造和固定到飞机10的机翼14。第三反射器82和第四反射器84沿着机翼14的后缘20彼此间隔开。

[0047] 如图8所示的监测系统16还包括从各个激光器发射的激光束。第一激光束86如例如在图2中所看到的那样像激光束26被从激光器22发射一样被从第一激光器70发射。第一激光器70被设置为将第一激光束86发射到第一反射器78的第一反射表面88上,其中第一反射表面88如在图4中所看到的那样像从激光器22发射的激光束26被反射器38的反射表面40反射一样反射第一激光束86。第二激光束90如例如在图2中所看到的那样像激光束26被从激光器22发射一样被从第二激光器72发射。第二激光器72被设置为将第二激光束90发射到第二反射器80的第二反射表面92上,其中第二反射器80的第二反射表面92如在图4中所看到的那样像从激光器22发射的激光束26被反射器38的反射表面40反射一样反射第二激光束90。在图8中在机身12与机翼14之间延伸的附加未指定的线是在此特定示例中采用的附加激光束和反射激光束。

[0048] 第三激光束94如例如在图2中所看到的那样像激光束26被从激光器22发射一样被从第三激光器74发射。第三激光器74被设置为将第三激光束94发射到第三反射器82的第三反射表面96上,其中第三反射表面96如在图5中所看到的那样像从激光器22'发射的激光束26'被反射器38'的反射表面40'反射一样反射第三激光束94。第四激光束98如例如在图2中所看到的那样像激光束26被从激光器22发射一样由第四激光器76发射。第四激光器76被设置为将第四激光束98发射到第四反射器84的第四反射表面100上,其中第四反射表面100如在图5中所看到的那样像从激光器22'发射的激光束26'被反射器38'的反射表面40'反射的一样反射第四激光束98。

[0049] 监测系统16还包括固定到机身12的机身光束定位传感器。第一机身光束定位传感器102和第二机身光束定位传感器104在第三定位48处位于飞机10的机翼14前面。第一定位传感器102和第二定位传感器104二者在构造和安装上与如图7所示的机身光束定位传感器52的构造和安装类似并且对此示例来说被构造为如图6所示的光电二极管光束定位传感器54。第一机身光束定位传感器102被设置为与第一反射器78的第一反射表面88光学对准并且接收从第一反射器78的第一反射表面88反射的第一激光束86。第二机身光束定位传感器104被设置为与第二反射器80的第二反射表面92光学对准并且接收从第二反射器80的第二反射表面92反射的第二激光束90。

[0050] 第三机身光束定位传感器106和第四机身光束定位传感器108在第四定位50处位于飞机10的机翼14后面。第三定位传感器106和第四定位传感器108二者在构造和安装上与如图7所示的机身光束定位传感器52的构造和安装类似并且对此示例来说被构造为如图6所示的光电二极管光束定位传感器54。第三机身光束定位传感器106被设置为与第三反射器82的第三反射表面96光学对准并且接收从第三反射器82的第三反射表面96反射的第三激光束94。第四机身光束定位传感器108被设置为与第四反射器84的第四反射表面100光学对准并且接收从第四反射器84的第四反射表面100反射的第四激光束98。

[0051] 监测系统16在此示例中还包括万向节,其中各个万向节具有控制器,各个万向节固定到激光器并且进而各个万向节固定到机身12。各个机身光束定位传感器通信地连接到又固定到发射激光束的激光器的万向节的控制器。激光束被反射到与发射激光束的激光器

关联的光束定位传感器上。第一万向节110包括控制器112并且第一万向节110固定到第一激光器70。第一激光器70固定到机身12,同时第一万向节110固定到机身12。第一机身光束定位传感器102通信地连接到第一万向节110的控制器112。第二万向节114包括控制器116并且第二万向节114固定到第二激光器72。第二激光器72固定到机身12,同时第二万向节114固定到机身12。第二机身光束定位传感器104通信地连接到第二万向节114的控制器116。

[0052] 第三万向节118包括控制器120并且第三万向节118固定到第三激光器74。第三激光器74固定到机身12,同时第三万向节118固定到机身12。第三机身光束定位传感器106通信地连接到第三万向节118的控制器120。第四万向节122包括控制器124并且第四万向节122固定到第四激光器76。第四激光器76固定到机身12,同时第四万向节122固定到机身12。第四机身光束定位传感器108通信地连接到第四万向节122的控制器124。

[0053] 监测系统16将反射器设置在机翼14上的预定定位处。在此示例中,第一反射器78被设置在机翼14的前缘18上并且第三反射器82被设置在机翼14的后缘20上,其中第一反射器78和第二反射器82二者位于机翼14的第一翼弦126上。在在机翼14上的这两个预定定位处监测并检测机翼14的移动和位置的情况下,不仅将探知机翼14在这两个预定定位处的偏转而且也将探知这两个预定定位之间的偏转的差异。在确定这两个预定定位之间的偏转的差异时,在翼弦126相对于机身12的位置处的机翼14中的扭转被探知。

[0054] 类似地,在此示例中,第二反射器80被设置在机翼14的前缘18上并且第四反射器84被设置在机翼14的后缘20上,其中第二反射器80和第四反射器84二者位于机翼14的第二翼弦128上。在在机翼14上的这两个预定定位处监测并检测机翼14的移动和位置的情况下,用户将能够探知机翼14在这两个预定定位处的偏转而且也将探知这两个预定定位之间的偏转的差异。在确定这两个预定定位之间的偏转的差异时,在翼弦128相对于机身12的位置处的机翼14中的扭转被探知。

[0055] 参照图9和10,监测系统16采用激光束目标装置28和28'的第二实施方式。例如在图9中,激光束26被从激光器22自第一定位24发射到激光束目标28上。图9中的激光束目标装置28包括在机翼14的前缘18中的预定定位处的机翼光束定位传感器130。机翼光束定位传感器130在此示例中包括光电二极管光束定位传感器54,如图6中看到的。

[0056] 定位传感器130像针对如图4中所示的包括反射器38的激光束目标装置28的第一实施方式那样被类似地安装到机翼14中。然而,在此实施方式中,激光束26未被反射而是由来自设置在面板60上的所述多个二极管56中的二极管来感测。所述多个二极管56中的各个二极管对应于机翼14上的特定位置。

[0057] 利用感测激光束26的传感器130的二极管,机翼上的特定定位被识别。机翼光束定位传感器130通信地连接到诸如与诸如万向节66这样的万向节关联的控制器68这样的控制器,如图2所示。在该示例中,万向节66固定到激光器22并且激光器22固定到机身12,同时万向节66固定到机身12。机翼光束定位传感器130通过有线或者通过无线通信将感测到激光束26的二极管的位置的经识别的位置传送到诸如控制器68这样的控制器。

[0058] 利用机翼14在传感器130的预定定位处的移动,不同的二极管感测到激光束26。在面板60上感测激光束的特定二极管的位置的改变指示机翼14的移动并且识别可据此探知偏转位置的机翼14的位置的改变。因此,例如,监测系统16在机翼14的参照初始或非偏转位

置处(诸如在飞机10在地面上静止的情况下)被启动。随着飞机10进行飞行并且机翼14挠曲,传感器130的位置的改变导致不同的二极管感测到激光束26。感测到激光束26的二极管对应于机翼14上的不同位置并且该位置被识别。

[0059] 所述多个二极管56中的新近感测二极管在预定定位处识别机翼14上的新位置。此新近感测二极管因此提供机翼14的移动在机翼14上的预定定位处的检测并且提供由机翼14达到的新位置的识别。如将在下面所讨论的,此数据将被传送到控制器68,该控制器68将探知机翼的偏转并且也将确定传感器130的定位。

[0060] 由传感器130提供给控制器68的信息使得该控制器能够检测并探知机翼14的偏转发生。另外同时此信息可确定传感器130的定位以便许可控制器68指示万向节66调整激光器22的位置和激光束26的方向,以便维持激光束26发射到传感器130上。在探知机翼在传感器130的定位处的偏转时考虑这些调整。对激光器22作出的调整将在激光束26保持在传感器130上的情况下维持监测系统16的操作。

[0061] 参照图10,激光束目标装置28'的第二实施方式包括按照与定位传感器130相同的方式操作的机翼光束定位传感器130'。光束定位传感器130'在大小上比定位传感器130稍小以便将定位传感器130'容纳在机翼14的后缘20内。光束26'由来自多个二极管56的二极管来感测。在定位传感器130'与将激光器22'固定到机身12的万向节的控制器通信地连接的情况下,与机翼14上的位置对应的二极管的位置信息被传送到控制器并且该控制器进而可确定机翼14在定位传感器130'的位置处的偏转并且也确定定位传感器130'的位置。

[0062] 参照图11,飞机10被示意性示出利用采用激光束目标装置28和28'的第二实施方式的监测系统16。激光束目标装置28和28'分别被设置在沿着机翼14的前缘18和沿着机翼14的后缘20的预定定位处。激光束目标装置28的第二实施方式被示出在图9中,包括机翼光束定位传感器130,并且激光束目标装置28'的第二实施方式被示出在图10中,包括机翼光束定位传感器130'。机翼光束定位传感器130和130'各自例如是如图6所示的光电二极管光束定位传感器54。

[0063] 在图11中参照的监测系统16的示例中,第五激光器132和第六激光器134固定到位于飞机10的机翼14前面的第一定位24处的机身12。与图2所示的激光器22的构造和安装类似,第五激光器132和第六激光器134被构造并安装在飞机10中。第七激光器136和第八激光器138在飞机10的机翼14后面的第二定位30处固定到机身12。与图2所示的激光器22的构造和安装类似,第七激光器136和第八激光器138被构造并安装在飞机10中。

[0064] 监测系统16还包括机翼光束定位传感器。第一机翼光束定位传感器140固定到飞机10的机翼14并且第二机翼光束定位传感器142固定到飞机10的机翼14。第一机翼光束定位传感器140和第二机翼光束定位传感器142沿着机翼14的前缘18彼此间隔开。第三机翼光束定位传感器144固定到飞机10的机翼14并且第四机翼光束定位传感器146固定到飞机10的机翼14。第三机翼光束定位传感器144和第四机翼光束定位传感器146沿着机翼14的后缘20彼此间隔开。

[0065] 在如图11所示的监测系统16中,激光束被发射到机翼光束定位传感器上。第五激光束148被从第五激光器132发射,其中第五激光器132被设置为使得第五激光束148被发射到第一机翼光束定位传感器140上。第六激光束150被从第六激光器134发射,其中第六激光器134被设置为使得第六激光束150被发射到第二机翼光束定位传感器142上。第七激光束

152被从第七激光器136发射,其中第七激光器136被设置为使得第七激光束152被发射到第三机翼光束定位传感器144上。第八激光束154被从第八激光器138发射,其中第八激光器138被设置为使得第八激光束154被发射到第四机翼光束定位传感器146上。对此示例来说,在图11中在机身12与机翼14之间延伸的附加未指定的线包括从它们在机身12上的相应定位向设置在机翼14上的机翼光束定位传感器发射的附加激光。

[0066] 随着机翼14在飞行期间挠曲,激光束将由机翼光束定位传感器的所述多个二极管56中的不同的二极管来感测。各个二极管对应于机翼14上的不同位置并且如将下面所描述的,与发射由特定二极管感测的激光束的激光器对应的信息将被传送到控制器。该控制器将探知机翼光束定位传感器的预定定位处的偏转并且也将确定定位传感器的定位以便向与激光器关联的万向节提供命令并且调整激光器的位置,以便维持设置在机翼光束定位传感器上的激光束。将在确定该定位处的偏转时考虑这些调整。

[0067] 附加地,第一机翼光束定位传感器140和第三机翼光束定位传感器144位于机翼的第三翼弦156上。第二机翼光束定位传感器142和第四机翼光束定位传感器146位于机翼14的第四翼弦158上。如早先针对图8中采用的光束目标装置的第一实施方式所讨论的,在从相同翼弦上的两个不同的定位获得偏转数据的情况下,可在该特定翼弦的定位处作出机翼14相对于机身12的扭转定向的确定。

[0068] 如图11所示的监测系统16还包括采用万向节。各个激光器固定到万向节,其中该万向节固定到机身12,从而将激光器固定到机身。各个万向节具有控制器。各个机翼光束定位传感器通信地连接到控制器。此通信能力通过有线或者通过无线连接来促进。第五万向节160包括控制器162,其中第五激光器132固定到第五万向节160并且第五激光器132固定到机身12,同时第五万向节160固定到机身12。相对于第五万向节160、控制器162和第五激光器132的此安装和构造与在图2中针对万向节66、控制器68和激光器22所示的安装和构造类似。第一机翼光束定位传感器140通信地连接到第五万向节160的控制器162。第六万向节164包括控制器166,其中第六激光器134固定到第六万向节164。第六激光器134固定到机身12,同时第六万向节164固定到机身12。相对于第六万向节164、控制器166和第六激光器134的此安装和构造与在图2中针对万向节66、控制器68和激光器22所示的安装和构造类似。第二机翼光束定位传感器142通信地连接到第六万向节164的控制器166。

[0069] 第七万向节168包括控制器170,其中第七激光器136固定到第七万向节168并且第七激光器136固定到机身12,同时第七万向节168固定到机身12。相对于第七万向节168、控制器170和第七激光器136的此安装和构造与在图2中针对万向节66、控制器68和激光器22所示的安装和构造类似。第三机翼光束定位传感器144通信地连接到第七万向节168的控制器170。第八万向节172包括控制器174,其中第八激光器138固定到第八万向节172。第八激光器138固定到机身12,同时第八万向节172固定到机身12。相对于第八万向节172、控制器174和第八激光器138的此安装和构造与在图2中针对万向节66、控制器68和激光器22所示的安装和构造类似。第四机翼光束定位传感器146通信地连接到第八万向节172的控制器174。

[0070] 如相对于第一机身光束定位传感器102至第四机身光束定位传感器108早先描述的,那些传感器中的每一个分别通信地连接到控制器112、116、120和124。这相对于各自分别通信地连接到控制器162、166、170和174的第一机翼光束定位传感器140至第四机翼光束

定位传感器146是相同的布置。控制器162、166、170和174从第一机翼光束定位传感器140至第四机翼光束定位传感器146接收定位数据以用于探知机翼14在机翼光束定位传感器140至146的预定定位处的偏转。控制器162、164、170和174用于确定第一机翼光束定位传感器140至第四机翼光束定位传感器146的定位,以便向第五万向节160、第六万向节164、第七万向节168和第八万向节172提供指令来调整第五激光器132至第八激光器138的方向,以便将第五激光束148至第八激光束154发射到它们对应的第一机翼光束定位传感器140至第四机翼光束定位传感器146上。

[0071] 如图12所示的用于感测飞机10的机翼14的一部分的偏转的方法176也被提供并且包括从固定到飞机10的机身12的激光器22发射例如激光束26的步骤178。方法176还包括在固定到飞机10的机翼14的激光束目标装置28处接收激光束26的步骤180。方法176还包括向万向节66的控制器68发送激光束目标装置28处的激光束26的位置的定位信息的步骤182,其中万向节66将激光器22固定到飞机10的机身12。

[0072] 第一示例中的方法176包括接收的步骤180以进一步包括激光束目标装置28以包括反射器38将激光束28反射到固定到飞机10的机身12的机身光束定位传感器52。反射器38在机翼14上的预定位置处被设置在机翼14上。在方法176的此相同的第二示例中,发送的步骤182还包括机身光束定位传感器52将激光束26在反射器38处的位置的定位信息传送到万向节66的控制器68。位置的定位信息在此示例中将是感测激光束26的机身光束定位传感器52的二极管56,其中二极管56对应于反射激光束26从其反射的反射器38上的定位并且也对应于机翼14上的位置。像早先所讨论的那样,检测机翼14上的位置给控制器68提供用于确定机翼14在反射器38的预定定位处的偏转的信息。

[0073] 第二示例中的方法176包括接收的步骤180以进一步包括激光束目标装置28以包括固定到机翼14的机翼光束定位传感器130。机翼光束定位传感器130被设置在机翼14上的预定定位处。在此相同的第二示例中,发送的步骤182还包括机翼光束定位传感器130将机翼光束定位传感器130处的激光束26的定位信息传送到万向节66的控制器68。位置的定位在此示例中将来自感测到激光束26的机翼光束定位传感器52的二极管56的位置,其中二极管56对应于机翼14上的位置。像早先所讨论的那样,检测机翼14上的位置给控制器68提供用于确定机翼14在机翼光束定位传感器130的预定定位处的偏转的信息。

[0074] 用于感测的方法176还包括调整万向节66并且相对于激光束目标装置28移动激光器22和激光束26的步骤184。在相对于以上所讨论的任何一个示例检测机翼14上的位置的情况下,控制器68将确定需要作出激光器22的运动的量和方向以相对于激光束目标装置28移动激光束26。激光器22的此移动将维持激光束26发射到激光目标装置28上并且因此使监测系统16维持操作。在此示例中,机翼将以二至六赫兹(2至6Hz)的频率移动或者振动并且控制器将探知和指示要由万向节66以大约一百赫兹(100Hz)的频率作出的调整。

[0075] 如以上所讨论的,监测系统16检测并探知机翼14的前缘18和后缘20在机翼14的相同翼弦处的偏转。前缘18和后缘20在机翼14上的相同翼弦处的位置的检测和探知提供机翼14的扭转配置的有用数据。在探知机翼14的扭转配置的情况下,此信息现在可用于促进在飞行期间校正机翼扭转并且优化飞机10的运营成本。将在本文中讨论并且在图13中示出用于针对飞机10校正机翼扭转的第一实施方式或系统200,以及也将在本文中讨论并且在图14中示出用于针对飞机10校正机翼扭转的第二实施方式或系统200'。也将在下面讨论并且

在图15中示出用于校正飞机10的机翼扭转的方法。

[0076] 参照图13和图14中的每一个,对其中所采用的组件和参照位置对两个系统来说类似的第一系统200和第二系统200'来说编号将是相同的。如图13中看到的用于校正飞机10的机翼扭转的第一系统200包括利用如图8中看到的监测系统16。如图14中看到的用于校正飞机10的机翼扭转的第二系统200'包括利用如图11中看到的监测系统16。系统200与第二系统200'之间的主要差异是第一光束定位传感器206和第二光束定位传感器222的定位。在第一系统200中第一光束定位传感器206和第二光束定位传感器222被设置在机身12上。相比之下,在第二系统200'中,第一光束定位传感器206和第二光束定位传感器222被设置在机翼14上。

[0077] 在第一系统200和第二系统200'二者中,第一激光器202固定到机翼14前面的飞机10的机身12。例如,像在图2中且早先描述的激光器22那样更详细地示出了此激光器。第一激光器202朝向机翼14发射第一光束204。在图13中的第一系统200中,第一光束204最初指向设置在机翼14上的第一反射表面208从而使得第一光束204能够被从第一反射表面208反射并且由固定到机身12的第一光束定位传感器206接收。此外在第一系统200中,第二激光器218固定到机翼14后面的飞机10的机身12。第二激光器218朝向机翼14发射第二光束220。在第一系统200中,第二光束220最初指向第二反射表面224从而使得第二光束220能够被从设置在机翼14上的第二反射表面224反射并且由固定到机身12的第二光束定位传感器222接收。

[0078] 在图14中的第二系统200'中,第一激光器202固定到机翼14前面的飞机10的机身12。也例如像在图2中且早先描述的激光器22那样更详细地示出了此激光器。第一激光器202朝向机翼14发射第一光束204并且在图14中的第二系统200'中,第一光束204在此示例中最初指向设置在机翼14上的第一光束定位传感器206。第二激光器218固定到机翼14后面的飞机10的机身12。第二激光器218朝向机翼14发射第二光束220并且在图14中的第二系统200'中,第二光束220在此示例中最初指向设置在机翼14上的第二光束定位传感器222。

[0079] 在两个系统200和200'中,第一光束定位传感器206与要定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联并且光束定位传感器206在第一光束定位传感器206上的可识别位置处感测光束204。在这些示例中,第一光束定位传感器206是诸如图6中看到的光电二极管光束定位传感器54。另外,此示例中的第二光束定位传感器222也将是同样如图6中看到的光电二极管光束定位传感器54。在系统200和200'的操作中第一光束204将由在面板60上识别传感器54或第一光束定位传感器206上的可识别位置的二极管56来感测。传感器54或第一光束定位传感器206与要通过系统200和200'的操作来定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联,将在本文中对此进行更详细的讨论。两个系统200和200'包括处理器236,该处理器236被配置为从第一光束定位传感器206接收第一信号210,其中第一信号210包括第一光束定位传感器206上的第一可识别位置。处理器236确定机翼上的第一位置的定位,将在本文中对此进行讨论,并且执行机翼14上的第一位置的定位与机翼14上的第一位置的预定分析定位的第一比较。如将在本文中更详细地讨论的,如果在第一比较中识别到差异,则处理器236将发出用于控制将被采用来校正机翼14的定位或者以其它方式解开机翼14扭转的可移动控制表面的移动的指令。

[0080] 参照如图13中看到的第一系统200,第一系统200包括与要定位的机翼14上的第一

位置关联的第一光束定位传感器206。在此示例中要定位的第一位置是机翼14在机翼14的翼弦226处的前缘18。此第一位置是系统200正在飞行期间定位的位置,并且如将在本文中所述的,系统200正在定位要定位的第二位置,该第二位置包括机翼14在机翼14的翼弦226处的后缘20。在系统200中第一光束定位传感器206按第一光束定位传感器206与要位于机翼14上的第一位置之间的已知空间和角度关系固定到机身12。传感器206与要位于机翼14上的第一位置之间的此角度和空间关系也包括在此示例中按已知空间和角度关系与要位于机翼14上的第一位置也关联的机翼14上的第一反射表面208的定位。第一光束204反射离开第一反射表面208并且第一光束定位传感器206接收从第一反射表面208反射的第一光束204。第一光束定位传感器206在第一光束定位传感器206上的可识别位置处感测第一光束204。更具体地,在此示例中传感器206的特定二极管56接收第一光束204。处理器236从第一光束定位传感器206接收第一信号210,该第一信号210包括第一光束204在传感器206上的可识别位置。在处理器236理解上述角度和空间关系的情况下处理器236在接收到第一光束204在传感器206上的可识别位置的情况下确定机翼14上的第一位置的定位。

[0081] 此示例中的第一信号210是从第一光束定位传感器206到第一万向节控制器212的有线通信,同时第一信号210还作为有线通信210被发送到处理器236。此通信在其它示例中可以是直接从第一光束定位传感器206到处理器236的无线传输,并且在其它示例中第一信号210的传输可以是直接从第一光束定位传感器206到处理器236的有线传输。

[0082] 类似地,在如图13中看到的第二系统200中,第二系统200包括与要定位的机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器222。如以上所提及的此示例中的第二位置是机翼14在机翼14的翼弦226处的后缘20。在系统200中第二光束定位传感器222也按第二光束定位传感器222与要位于机翼14上的第二位置之间的已知空间和角度关系固定到机身12。

[0083] 第二光束定位传感器222与要位于机翼14上的第二位置之间的此角度和空间关系也包括在此示例中按已知空间和角度关系与要位于机翼14上的第二位置也关联的机翼14上的第二反射表面224的定位。第二光束220反射离开第二反射表面224并且第二光束定位传感器222接收从第二反射表面224反射的第二光束220。第二光束定位传感器222在第二光束定位传感器222上的可识别位置处感测第二光束220。更具体地,在此示例中,传感器222的特定二极管56接收第二光束220。处理器236从第二光束定位传感器222接收第二信号228,该第二信号228包括第二光束220在传感器222上的可识别位置。在处理器236理解上述角度和空间关系的情况下,处理器236在接收到第二光束220在传感器222上的可识别位置的情况下确定机翼14上的第二位置的定位。

[0084] 类似地,此示例中的第二信号228是从第二光束定位传感器222到第二万向节控制器230的有线通信,同时第二信号228还作为有线通信228被发送到处理器236。此通信在其它示例中可以是直接从第二光束定位传感器222到处理器236的无线传输,并且在其它示例中第二信号228的传输可以是直接从第二光束定位传感器222到处理器236的有线传输。

[0085] 在第一和第二位置的定位已经由处理器236确定的系统200中,处理器236执行机翼14上的第一位置的定位与机翼14上的第一位置的预定分析定位的第一比较。类似地,处理器236执行机翼14上的第二位置的定位与机翼14上的第二位置的预定分析定位的第二比较。

[0086] 在此示例中,第一位置的预定分析定位和第二位置的预定分析定位先前已经被计



算出并且在此示例中存储在数据库248中。所计算出的第一位置的预定分析定位为在飞机10的翼弦226处的前缘18提供最优定位,使得在飞机10以飞机10在飞行中当前经历的给定空速、高度和载荷行进的情况下通过机翼14在飞机10上给予最小阻力。这类似地是所计算出的第二位置的预定分析定位为在飞机10的翼弦226处的后缘20提供最优定位使得在飞机10以飞机10在飞行中当前经历的给定空速、高度和载荷行进的情况下通过机翼14在飞机10上给予最小阻力的情况。

[0087] 在处理器236已经完成第一和第二比较的情况下,处理器236发送用于在此示例中在第一比较或第二比较中的至少一个中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令。在第一比较中和/或在第二比较中识别的差异指示机翼14不在飞机10按最小阻力配置操作的最优位置中。机翼14在翼弦226处的前缘18处的第一位置的定位与第一位置的预定分析定位的差异和/或机翼14在翼弦226处的后缘20处的第二位置的定位与第二位置的预定分析定位的差异指示为了飞机10特别相对于燃料消耗最优地表现而需要被减少或者以其它方式校正的在机翼14中的有害扭转。

[0088] 在示例中,处理器236被配置为发送用于在第一比较中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令250。类似地,处理器236被配置为发送用于在第二比较中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令250。

[0089] 致动器控制器238被配置为接收用于控制可移动控制表面的移动的指令并且基于该指令操作致动器以移动可移动控制表面。如图13所示的处理器236与致动器控制器238通信地连接。处理器236和致动器控制器238可按照诸如有线或通过无线通信的各种方式通信地连接。处理器236向致动器控制器238发送指令信号250,所述致动器控制器238进而在此示例中通信地连接到致动器240、致动器242和致动器253。致动器240在此示例中连接到诸如被设置为接近于在机翼14的翼弦226处的前缘18的前缘机翼控制表面244这样的可移动控制表面。此示例中的致动器242连接到诸如被设置为接近于在机翼14的翼弦226处的后缘20的后缘机翼控制表面246这样的可移动控制表面。致动器253连接到被设置为接近于翼弦226的可移动控制表面或阻流板控制表面252。

[0090] 如通过由处理器236作出的第一和第二比较所确定的,信号250将被提供给致动器控制器238以进而通过信号254、256和/或257来指示分别使致动器240、242和/或253分别调整控制表面244、246和/或252,按需将机翼14重定向成期望的配置,其中包括在翼弦226处的前缘18的第一位置的定位和针对在翼弦226处的前缘18的第一位置的预定分析定位匹配并且在翼弦226处的后缘20的第二位置的定位和针对在翼弦226处的后缘20的第二位置的预定分析定位匹配。利用像通过由处理器236作出的第一和第二比较所确认的那样达成的匹配,飞机10当在运营飞行中的同时将具有最优机翼14定位,使得机翼14扭转将已经被减少或者消除,从而减少机翼14上的不必要的阻力并且优化飞机10燃料消耗。

[0091] 相对于用于校正机翼扭转的第二实施方式或第二系统200',如图14所示,第二系统200'包括与要定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联的第一光束定位传感器206和光束定位传感器206。在第一光束定位传感器206上的可识别位置处感测到的第一光束204促进处理器236定位机翼14上的第一位置。此第二实施方式中的第一光束定位传感器206被与要定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联地设置在机翼14上。如早先所讨论的,要定位的第一位置是机翼14在机翼14的翼弦226处的前缘18。此第一位置是第二系统200'正在飞

行期间定位的位置,并且如将在本文中所述的,第二系统200'也正在定位要定位的第二位置,该第二位置包括机翼14在机翼14的翼弦226处的后缘20。

[0092] 在第二系统200'中,第一光束定位传感器206按第一光束定位传感器206与要位于机翼14上的第一位置之间的已知空间和角度关系固定到机身12。第一光束204由第一光束定位传感器206接收。第一光束定位传感器206在第一光束定位传感器206上的可识别位置处接收并感测第一光束204。更具体地,如图6中看到的特定二极管56,如在此示例中作为第一光束定位传感器206采用的光电二极管光束定位传感器。处理器236从第一光束定位传感器206接收第一信号210,该第一信号210包括第一光束204在传感器206上的可识别位置。在处理器236理解第一光束定位传感器206相对于要定位的第一位置的上述角度和空间关系的情况下,处理器236在接收到第一光束204在传感器206上的可识别位置的情况下确定机翼14上的第一位置的定位。

[0093] 此示例中的第一信号210是从第一光束定位传感器206到第一万向节控制器212的有线通信,同时第一信号210还作为有线通信210被发送到处理器236。此通信在其它示例中可以是第一光束定位传感器206到处理器236的无线传输,并且在其它示例中第一信号210的传输可以是直接从第一光束定位传感器206到处理器236的有线传输。

[0094] 类似地,在如图14中看到的第二系统200'中,第二系统200'包括与要定位的机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器222。如以上所提及的此示例中的第二位置是机翼14在机翼14的翼弦226处的后缘20。在第二系统200'中第二光束定位传感器222也按第二光束定位传感器222与要位于机翼14上的第二位置之间的已知空间和角度关系固定到机翼14。

[0095] 第二光束定位传感器222在第二光束定位传感器222上的可识别位置处接收并感测第二光束220。更具体地,在此示例中第二光束定位传感器222的特定二极管56接收并感测第二光束220。处理器236从第二光束定位传感器222接收第二信号228,该第二信号228包括第二光束220在第二光束定位传感器222上的可识别位置。在处理器236理解第二光束定位传感器222与要定位的第二位置之间的上述角度和空间关系的情况下,处理器236在接收到第二光束220在第二光束定位传感器222上的可识别位置的情况下确定机翼14上的第二位置的定位。

[0096] 类似地,此示例中的第二信号228是从第二光束定位传感器222到第二万向节控制器230的有线通信,同时第二信号228还作为有线通信228被发送到处理器236。此通信在其它示例中可以是第二光束定位传感器222到处理器236的无线传输,并且在其它示例中第二信号228的传输可以是直接从第二光束定位传感器222到处理器236的有线传输。

[0097] 在第一和第二位置的定位已经由处理器236确定的第二系统200'中,处理器236执行机翼14上的第一位置的定位与机翼14上的第一位置的预定分析定位的第一比较。类似地,处理器236执行机翼14上的第二位置的定位与机翼14上的第二位置的预定分析定位的第二比较。

[0098] 在此示例中,第一位置的预定分析定位和第二位置的预定分析定位先前已经被计算出并且在此示例中存储在数据库248中。如先前讨论的,所计算出的第一位置的预定分析定位为在飞机10的翼弦226处的前缘18提供最优定位,使得在飞机10以飞机10在飞行中当前经历的给定空速、高度和载荷行进的情况下通过机翼14在飞机10上给予最小阻力。这类

似地是所计算出的第二位置的预定分析定位为在飞机10的翼弦226处的后缘20提供最优定位使得在飞机10以飞机10在飞行中当前经历的给定空速、高度和载荷行进的情况下通过机翼14在飞机10上给予最小阻力的情况。

[0099] 在处理器236已经完成第一和第二比较的情况下,处理器236发送用于在此示例中在第一比较或第二比较中的至少一个中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令。在第一比较中和/或在第二比较中识别的差异指示机翼14不在飞机10按最小阻力配置操作的最优位置中。机翼14在翼弦226处的前缘18处的第一位置的定位与第一位置的预定分析定位的差异和/或机翼14在翼弦226处的后缘20处的第二位置的定位与第二位置的预定分析定位的差异指示为了飞机10特别相对于燃料消耗最优地表现而需要被减少或者以其它方式校正的在机翼14中的有害扭转。

[0100] 在示例中,处理器236被配置为发送用于在第一比较中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令250。类似地,处理器236被配置为发送用于在第二比较中存在差异的情况下控制可移动控制表面的移动的指令250。

[0101] 致动器控制器238被配置为接收用于控制可移动控制表面的移动的指令并且基于该指令操作致动器以移动可移动控制表面。如图14所示的处理器236与致动器控制器238通信地连接。处理器236和致动器控制器238可按照诸如有线或通过无线通信的各种方式通信地连接。处理器236向致动器控制器238发送指令信号250,所述致动器控制器238进而在此示例中通信地连接到致动器240、致动器242和致动器253。致动器240在此示例中连接到诸如被设置为接近于在机翼14的翼弦226处的前缘18的前缘机翼控制表面244这样的可移动控制表面。此示例中的致动器242连接到诸如被设置为接近于在机翼14的翼弦226处的后缘20的后缘机翼控制表面246这样的可移动控制表面。致动器253连接到被设置为接近于翼弦226的可移动控制表面或阻流板控制表面252。

[0102] 如通过由处理器236作出的第一和第二比较所确定的,信号250将被提供给致动器控制器238以进而通过信号254、256和/或257来指示分别使致动器240、242和/或253分别调整控制表面244、246和/或252,按需将机翼14重定向成期望的配置,其中包括在翼弦226处的前缘18的第一位置的定位和针对在翼弦226处的前缘18的第一位置的预定分析定位匹配并且在翼弦226处的后缘20的第二位置的定位和针对在翼弦226处的后缘20的第二位置的预定分析定位匹配。利用像通过由处理器236作出的第一和第二比较所确认的那样达成的匹配,飞机10当在运营飞行中的同时将具有最优机翼14定位,使得机翼14扭转将已经减少或者消除,从而减少机翼14上的不必要的阻力并且优化飞机10燃料消耗。

[0103] 在用于校正飞机10的机翼14扭转的第一系统200和第二系统200'的操作中,第一光束204保持与第一光束定位传感器206对准并且第二光束200保持与第二光束定位传感器222对准是有利的。对准规定第一光束定位传感器206和第二光束定位传感器222分别感测第一光束204和第二光束220。在未感测到第一光束和/或第二光束的情况下,第一系统200和第二系统200'被置于非操作状态下。

[0104] 为了维持与第一光束定位传感器206对准的第一光束204并且为了维持与第二光束定位传感器222对准的第二光束220,第一激光器202被安装到具有第一万向节控制器212的第一万向节214并且第二激光器218被安装到具有第二万向节控制器230的第二万向节232。第一万向节控制器212通信地连接到第一光束定位传感器206并且第二万向节控制器

230通信地连接到第二光束定位传感器222。第一光束定位传感器206向第一万向节控制器212发送包括第一光束204在第一光束定位传感器206上的可识别位置的信号210并且第二光束定位传感器222向第二万向节控制器230发送包括第二光束220在第二光束定位传感器222上的可识别位置的信号228。

[0105] 在此示例中,第一光束定位传感器206和第二光束定位传感器222各自是如图6所示的光电二极管光束定位传感器54并且将在以下描述中被称为光电二极管光束定位传感器54。在第一万向节控制器212已经接收到信号210的情况下,第一万向节控制器212确定第一光束204的可识别位置被设置在离光电二极管光束定位传感器54(在此示例中为第一光束定位传感器206)的边缘57的可接受距离内还是被设置在离边缘57的可接受距离外。这类地是第二万向节控制器230已经接收到信号228的设定。第二万向节控制器230确定第二光束220的可识别位置被设置在离光电二极管光束定位传感器54(为第二传感器222)的边缘57的可接受距离内还是被设置在离光电二极管光束定位传感器54(为第二光束定位传感器222)的边缘57的可接受距离外。

[0106] 第一系统200和第二系统200'可被设定为针对各个系统来选择对要感测的第一光束204或第二光束220来说从光电二极管光束传感器54的边缘57起的可接受距离是多少。在此示例中,如图6中看到的,被指定为C的二极管56被居中地设置在光电二极管光束定位传感器54的面板60上。从边缘57起的针对要感测的第一光束204和第二光束220的可接受距离在此示例中是与到边缘57的距离相比更靠近被指定为C的二极管56的距离。被设置在离边缘57的可接受距离外的光束将是被感测为与到被指定为C的中心二极管56相比更靠近边缘57的光束。

[0107] 如果由第一万向节控制器212接收到的可识别位置被设置在从传感器54或第一光束定位传感器206的边缘57起的可接受距离外,则第一万向节控制器212向第一万向节214发送用于移动第一激光器202以便将第一激光器202的第一光束204移动到在离第一光束定位传感器206或传感器54的边缘57的可接受距离内的从传感器54或第一光束定位传感器206的边缘57起的距离的指令。这在此示例中将是将第一光束204移动到与到边缘57的距离相比更靠近被指定为C的二极管56的要在传感器54上感测的位置。类似地,如果由第二万向节控制器230接收到的可识别位置被设置在离传感器54的边缘57的可接受距离外,则第二万向节控制器230向第二万向节232发送用于移动第二激光器218以便将第二激光器218的第二光束220移动到在离第二光束定位传感器222或54的边缘57起的可接受距离内的从传感器54或第二光束定位传感器222的边缘57起的距离的指令。这将是将第二光束220移动到与到边缘57的距离相比更靠近被指定为C的二极管56的要在传感器54上感测的位置。

[0108] 如图15所阐述的方法300被提供用于校正飞机10的机翼扭转。方法300包括在第一光束定位传感器206上的可识别位置处感测第一光束204的步骤302,其中第一光束定位传感器206与要定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联。方法300还包括由处理器236从第一光束定位传感器206接收第一信号210的步骤304,其中第一信号210包括第一光束定位传感器206上的可识别位置。步骤306包括由处理器236确定机翼14上的第一位置的定位。另外包括在方法300中的是由处理器236执行机翼14上的第一位置的定位与机翼14上的第一位置的预定分析定位的第一比较的步骤308。在第一比较中存在差异的情况下,方法300还包括由处理器236发送用于控制可移动控制表面的移动的指令250。在第一比较中存在差异的

情况下,机翼14需要像早先已经讨论的那样重新配置以减少阻力。方法300还包括由被配置为接收的致动器控制器238接收指令250并且致动器控制器238操作致动器(诸如240、242或253中的一个或多个)以移动可移动控制表面244、246或254,所述可移动控制表面244、246或254对应于基于指令250操作的致动器中的一个或多个。

[0109] 方法300还包括由与要定位的飞机10的机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器222在第二光束定位传感器222上的第二可识别位置处感测第二光束220。另外包括的是由处理器236从第二光束定位传感器222接收第二信号228,其中第二信号228包括第二光束定位传感器222上的第二可识别位置。方法300还包括由处理器236确定机翼14上的第二位置的定位。一旦已经确定了机翼14上的第二位置的定位,方法300就包括由处理器236执行机翼14上的第二位置的定位与机翼14上的第二位置的预定分析定位的第二比较。随着第二比较的完成,在第二比较中存在差异的情况下,方法300还包括由处理器236发送用于控制诸如244、246或254中的一个或多个这样的可移动控制表面的移动的指令250。在执行机翼14的重新配置或者解开机翼14扭转时,由被配置为接收的致动器控制器238接收指令250并且致动器控制器238操作诸如240、242或253中的一个或多个这样的致动器以移动可移动控制表面244、246或254,所述可移动控制表面244、246或254对应于基于指令250操作的致动器中的一个或多个。

[0110] 由处理器236确定机翼14上的第一位置的定位的步骤还包括如下的定位,即,该定位包括机翼14在机翼14的翼弦226处的前缘18。由处理器236确定机翼14上的第二位置的定位的步骤还包括如下的定位,即,该定位包括机翼14在机翼14的翼弦226处的后缘20的定位。

[0111] 在利用系统200执行方法300的一个实施方式时,如早先所讨论的,方法300包括从与要位于机翼14上的第一位置关联地设置在机翼14上的第一反射表面208反射第一光束204的步骤。此实施方式还包括从与要位于机翼14上的第二位置关联地设置在机翼14上的第二反射表面224反射第二光束220。该实施方式还包括由固定到飞机10的机身12的第一光束定位传感器206接收由第一反射表面208反射的第一光束204并且包括由固定到飞机10的机身12的第二光束定位传感器222接收由第二反射表面224反射的第二光束220。

[0112] 在利用第二系统200' 执行方法300的第二实施方式时,如早先所讨论的,方法300包括在第一光束定位传感器206上的可识别位置处感测第一光束204的步骤,其中与要定位的飞机10的机翼14上的第一位置关联的第一光束定位传感器206包括设置在飞机10的机翼14上的第一光束定位传感器。方法300的此第二实施方式包括在第二光束定位传感器222上的可识别位置处感测第二光束220,其中与要定位的飞机10的机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器222包括设置在飞机10的机翼14上的第二光束定位传感器222。

[0113] 方法300还包括从固定到飞机10的机身12的激光器202发射第一光束,其中第一激光器202被安装到具有第一万向节控制器212的第一万向节214。第一激光器202位于机翼14前面并且被设置为朝向机翼14发射第一光束204。方法300还包括从固定到飞机10的机身12的第二激光器218发射第二光束220,其中第二激光器218被安装到具有第二万向节控制器230的第二万向节232。第二激光器218位于机翼14后面并且被设置为朝向机翼14发射第二光束220。

[0114] 方法300还包括维持与第一光束定位传感器206对准的第一光束204和与第二光束

定位传感器222对准的第二光束220以便维持第一系统200和第二系统200'像先前讨论的那样操作。结果,方法300包括从第一光束定位传感器206向第一万向节控制器212发送包括第一光束204在第一光束定位传感器206上的可识别位置的第一信号210并且还包括从第二光束定位传感器222向第二万向节控制器230发送包括第二光束220在第二光束定位传感器222上的可识别位置的第二信号228。

[0115] 方法300包括由第一万向节控制器212接收第一信号210并且第一万向节控制器212确定第一光束202在第一光束定位传感器206上的可识别位置被设置在离第一光束定位传感器206的边缘57的可接受距离内还是被设置在离第一光束定位传感器206的边缘57的可接受距离外。如果可识别位置被设置在离第一光束定位传感器206的边缘57的可接受距离外,则第一万向节控制器212向第一万向节214发送用于移动第一激光器202并且用于将第一激光器202的第一光束204移动到在离第一光束定位传感器206的边缘57的可接受距离内的从第一光束定位传感器206的边缘57起的距离的指令。方法300还包括由第二万向节控制器230接收第二信号228并且第二万向节控制器230确定第二光束220在第二光束定位传感器222上的可识别位置被设置在离第二光束定位传感器222的边缘57的可接受距离内还是被设置在离第二光束定位传感器222的边缘57的可接受距离外。如果可识别位置被设置在离第二光束定位传感器222的边缘57的可接受距离外,则第二万向节控制器230向第二万向节232发送用于移动第二激光器218并且用于将第二激光器218的第二光束220移动到在离第二光束定位传感器222的边缘57的可接受距离内的从第二光束定位传感器222的边缘57起的距离的指令。

[0116] 此外,本公开包括根据以下条款的实施方式:

[0117] 条款1.一种系统16,该系统16包括:

[0118] 与要位于飞机10的机翼14上的第一位置关联的第一光束定位传感器52、52';其中所述第一光束定位传感器52、52'在所述第一光束定位传感器52、52'上的第一可识别位置处感测第一光束;以及

[0119] 处理器,该处理器被配置为:

[0120] 从所述第一光束定位传感器52、52'接收第一信号,该第一信号包括所述第一光束定位传感器52、52'上的所述第一可识别位置;

[0121] 确定所述机翼14上的所述第一位置的定位;并且

[0122] 执行所述机翼14上的所述第一位置的所述定位与所述机翼14上的所述第一位置的预定分析定位的第一比较。

[0123] 条款2.根据条款1所述的系统16,其中:

[0124] 在所述第一比较中存在差异的情况下,所述处理器还被配置为发送用于控制可移动控制表面36的移动的指令;以及

[0125] 致动器控制器,该致动器控制器被配置为接收所述指令并且基于所述指令操作致动器以移动所述可移动控制表面36。

[0126] 条款3.根据条款1所述的系统16,该系统16还包括与所述飞机10的所述机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器52、52',其中所述第二光束定位传感器52、52'在所述第二光束定位传感器52、52'上的第二可识别位置处感测第二光束。

[0127] 条款4.根据条款3所述的系统16,其中所述处理器还被配置为:

[0128] 从所述第二光束定位传感器52、52'接收第二信号,该第二信号包括所述第二光束定位传感器52、52'上的所述第二可识别位置;

[0129] 确定所述机翼14上的所述第二位置的定位;并且

[0130] 执行所述机翼14上的所述第二位置的所述定位与所述机翼14上的所述第二位置的预定分析定位的第二比较。

[0131] 条款5.根据条款4所述的系统16,其中:

[0132] 所述处理器还被配置为在所述第二比较中存在差异的情况下,发送用于控制可移动控制表面36的移动的指令;以及

[0133] 致动器控制器,该致动器控制器被配置为接收所述指令并且基于所述指令操作致动器以移动所述可移动控制表面36。

[0134] 条款6.根据条款3所述的系统16,其中:

[0135] 所述第一光束定位传感器52、52'与要位于所述机翼14上的所述第一位置关联,其中要位于所述机翼14上的所述第一位置包括所述机翼14在所述机翼14的翼弦处的前缘18;并且

[0136] 所述第二光束定位传感器52、52'与要位于所述机翼14上的所述第二位置关联,其中要位于所述机翼14上的所述第二位置包括所述机翼14在所述机翼14的所述翼弦处的后缘20。

[0137] 条款7.根据条款3所述的系统16,该系统16还包括:

[0138] 第一反射表面40、40',该第一反射表面40、40'被与要位于所述机翼14上的所述第一位置关联地设置在所述机翼14上;以及

[0139] 第二反射表面40、40',该第二反射表面40、40'被与要位于所述机翼14上的所述第二位置关联地设置在所述机翼14上。

[0140] 条款8.根据条款7所述的系统16,其中:

[0141] 所述第一光束定位传感器52、52'固定到所述飞机10的机身12并且接收从所述第一反射表面88反射的第一光束;并且

[0142] 所述第二光束定位传感器52、52'固定到所述飞机10的所述机身12并且接收从所述第二反射表面40、40'反射的第二光束。

[0143] 条款9.根据条款3所述的系统16,其中:

[0144] 所述第一光束定位传感器52、52'被与所述飞机10的所述机翼14上的所述第一位置关联地设置在所述机翼14上;并且

[0145] 所述第二光束定位传感器52、52'被与所述飞机10的所述机翼14上的所述第二位置关联地设置在所述机翼14上。

[0146] 条款10.根据条款3所述的系统16,该系统16还包括:

[0147] 第一激光器70和第二激光器72,该第一激光器70固定到所述飞机10的机身12,位于所述机翼14前面并且被设置为朝向所述机翼14发射所述第一光束,该第二激光器72固定到所述飞机10的所述机身12,或者位于所述机翼14后面并且被设置为朝向所述机翼14发射第二光束;并且

[0148] 其中:

[0149] 所述第一激光器70被安装到具有第一万向节110控制器112的第一万向节110;并

且

[0150] 所述第二激光器72被安装到具有第二万向节114控制器116的第二万向节114。

[0151] 条款11. 根据条款10所述的系统16, 其中:

[0152] 所述第一万向节110控制器112通信地连接到所述第一光束定位传感器52、52' 并且所述第二万向节114控制器116通信地连接到所述第二光束定位传感器52、52' ;

[0153] 所述第一光束定位传感器52、52' 向所述第一万向节110控制器112发送包括所述第一光束在所述第一光束定位传感器52、52' 上的所述第一可识别位置的第一信号; 并且

[0154] 所述第二光束定位传感器52、52' 向所述第二万向节114控制器116发送包括所述第二光束在所述第二光束定位传感器52、52' 上的所述第二可识别位置的第二信号。

[0155] 条款12. 根据条款11所述的系统16, 其中:

[0156] 所述第一万向节110控制器112确定所述第一光束204在所述第一光束定位传感器52、52' 上的所述第一可识别位置被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的边缘57的可接受距离内还是被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外, 并且如果所述第一可识别位置被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外, 则所述第一万向节110控制器112向所述第一万向节110发送用于移动所述第一激光器70以便将所述第一激光器70的所述第一光束移动到在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离内的从所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57起的距离的指令; 并且

[0157] 所述第二万向节114控制器116确定所述第二光束在所述第二光束定位传感器52、52' 上的所述第二可识别位置被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的边缘57的可接受距离内还是被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外, 并且如果所述第二可识别位置被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外, 则所述第二万向节114控制器116向所述第二万向节114发送用于移动所述第二激光器72以便将所述第二激光器72的所述第二光束移动到在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离内的从所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57起的距离的指令。

[0158] 条款13. 一种方法176, 该方法176包括步骤180:

[0159] 在第一光束定位传感器52、52' 上的第一可识别位置处感测第一光束, 其中所述第一光束定位传感器52、52' 与要位于飞机10的机翼14上的第一位置关联;

[0160] 由处理器从所述第一光束定位传感器52、52' 接收第一信号, 该第一信号包括所述第一光束定位传感器52、52' 上的所述第一可识别位置;

[0161] 由所述处理器确定所述机翼14上的所述第一位置的定位24; 以及

[0162] 由所述处理器执行所述机翼14上的所述第一位置的所述定位24与所述机翼14上的所述第一位置的预定分析定位24的第一比较。

[0163] 条款14. 根据条款13所述的方法176, 该方法176还包括步骤182:

[0164] 在所述第一比较中存在差异的情况下, 由所述处理器发送用于控制可移动控制表面36的移动的第一指令; 以及

[0165] 由被配置为接收所述第一指令的致动器控制器接收所述第一指令并且该致动器控制器基于所述第一指令操作致动器以移动所述可移动控制表面36。



- [0166] 条款15.根据条款13所述的方法176,该方法176还包括步骤184:
- [0167] 由与所述飞机10的所述机翼14上的第二位置关联的第二光束定位传感器52、52'在所述第二光束定位传感器52、52'上的第二可识别位置处感测第二光束;
- [0168] 由所述处理器从所述第二光束定位传感器52、52'接收第二信号,该第二信号包括所述第二光束定位传感器52、52'上的所述第二可识别位置;
- [0169] 由所述处理器确定所述机翼14上的所述第二位置的定位30;
- [0170] 由所述处理器执行所述机翼14上的所述第二位置的所述定位30与所述机翼14上的所述第二位置的预定分析定位30的第二比较;
- [0171] 在所述第二比较中存在差异的情况下,由所述处理器发送用于控制可移动控制表面36的移动的第二指令;以及
- [0172] 由被配置为接收所述第二指令的致动器控制器接收所述第二指令并且该致动器控制器基于所述第二指令操作致动器以移动所述可移动控制表面36。
- [0173] 条款16.根据条款15所述的方法176,其中:
- [0174] 由所述处理器确定所述机翼14上的所述第一位置的所述定位24的步骤182还包括所述定位24、30、48、50,所述定位24、30、48、50包括所述机翼14在所述机翼14的翼弦处的前缘18;并且
- [0175] 由所述处理器确定所述机翼14上的所述第二位置的所述定位30的步骤182还包括所述定位24、30、48、50,所述定位24、30、48、50包括所述机翼14在所述机翼14的所述翼弦处的后缘20。
- [0176] 条款17.根据条款15所述的方法176,该方法176还包括步骤180、182、184:
- [0177] 从与要位于所述机翼14上的所述第一位置关联地设置在所述机翼14上的第一反射表面40、40'反射所述第一光束;
- [0178] 从与要位于所述机翼14上的所述第二位置关联地设置在所述机翼14上的第二反射表面36反射所述第二光束;
- [0179] 由固定到所述飞机10的机身12的所述第一光束定位传感器52、52'接收由所述第一反射表面40、40'反射的所述第一光束;以及
- [0180] 由固定到所述飞机10的所述机身12的所述第二光束定位传感器52、52'接收由所述第二反射表面40、40'反射的所述第二光束。
- [0181] 条款18.根据条款15所述的方法176,其中,在所述步骤180中:
- [0182] 在第一光束定位传感器52、52'上的所述第一可识别位置处感测所述第一光束;
- [0183] 其中与所述飞机10的所述机翼14上的所述第一位置关联的所述第一光束定位传感器52、52'包括设置在所述飞机10的所述机翼14上的所述第一光束定位传感器52、52';以及
- [0184] 在第二光束定位传感器52、52'上的所述第二可识别位置处感测所述第二光束,其中与所述飞机10的所述机翼14上的所述第二位置关联的所述第二光束定位传感器52、52'包括设置在所述飞机10的所述机翼14上的所述第二光束定位传感器52、52'。
- [0185] 条款19.根据条款15所述的方法176,该方法176还包括步骤180、182、184:
- [0186] 从固定到所述飞机10的机身12的第一激光器70发射所述第一光束,其中:
- [0187] 所述第一激光器70被安装到具有第一万向节110控制器112的第一万向节110;并

且

[0188] 所述第一激光器70位于所述机翼14前面并且被设置为朝向所述机翼14发射所述第一光束；

[0189] 从固定到所述飞机10的所述机身12的第二激光器72发射所述第二光束，其中：

[0190] 所述第二激光器72被安装到具有第二万向节114控制器116的第二万向节114；并且

[0191] 所述第二激光器72位于所述机翼14后面并且被设置为朝向所述机翼14发射所述第二光束。

[0192] 条款20. 根据条款19所述的方法176，该方法176还包括步骤180、182、184：

[0193] 从所述第一光束定位传感器52、52' 向所述第一万向节110控制器112发送包括所述第一光束在所述第一光束定位传感器52、52' 上的所述第一可识别位置的第一信号；

[0194] 从所述第二光束定位传感器52、52' 向所述第二万向节114控制器116发送包括所述第二光束在所述第二光束定位传感器52、52' 上的所述第二可识别位置的第二信号；

[0195] 由所述第一万向节110控制器112接收所述第一信号并且所述第一万向节110控制器112确定所述第一光束在所述第一光束定位传感器52、52' 上的所述第一可识别位置被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的边缘57的可接受距离内还是被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外，并且如果所述第一可识别位置被设置在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外，则所述第一万向节110控制器112向所述第一万向节110发送用于移动所述第一激光器70并且用于将所述第一激光器70的所述第一光束移动到在离所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离内的从所述第一光束定位传感器52、52' 的所述边缘57起的距离的指令；以及

[0196] 由所述第二万向节114控制器116接收所述第二信号并且所述第二万向节114控制器116确定所述第二光束在所述第二光束定位传感器52、52' 上的所述第二可识别位置被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的边缘57的可接受距离内还是被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外，并且如果所述第二可识别位置被设置在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离外，则所述第二万向节114控制器116向所述第二万向节114发送用于移动所述第二激光器72并且用于将所述第二激光器72的所述第二光束移动到在离所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57的所述可接受距离内的从所述第二光束定位传感器52、52' 的所述边缘57起的距离的指令。

[0197] 虽然已经在上面描述了各种实施方式，然而本公开不旨在限于此。可对所公开的实施方式作出仍然在随附权利要求书范围内的修改。

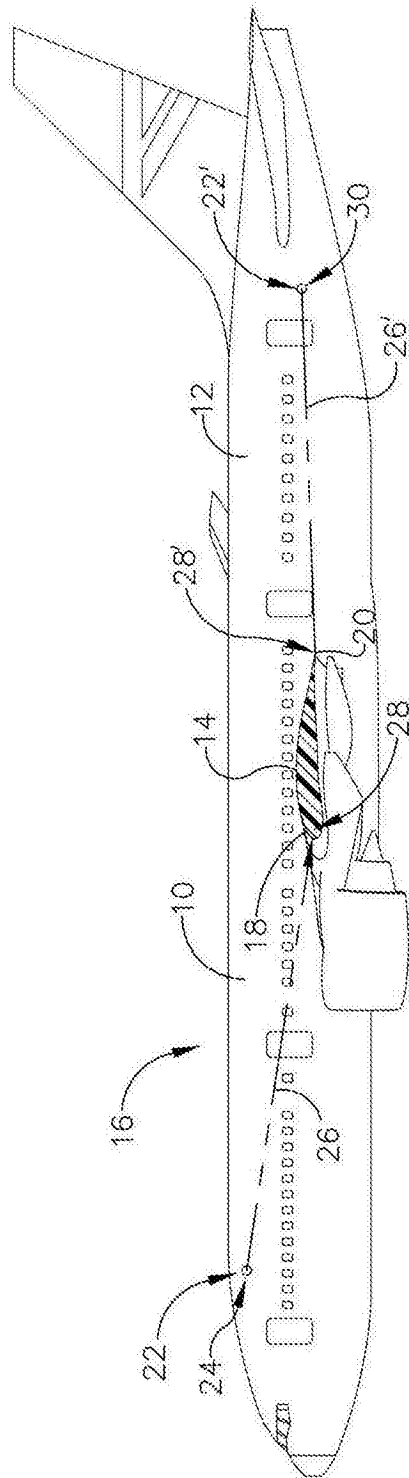


图1

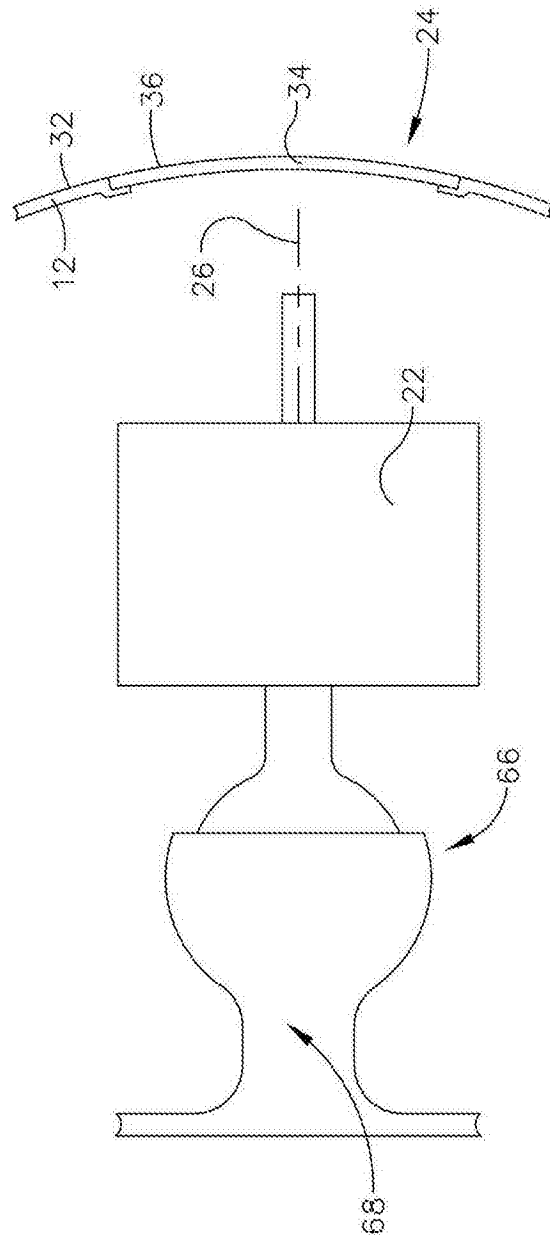


图2

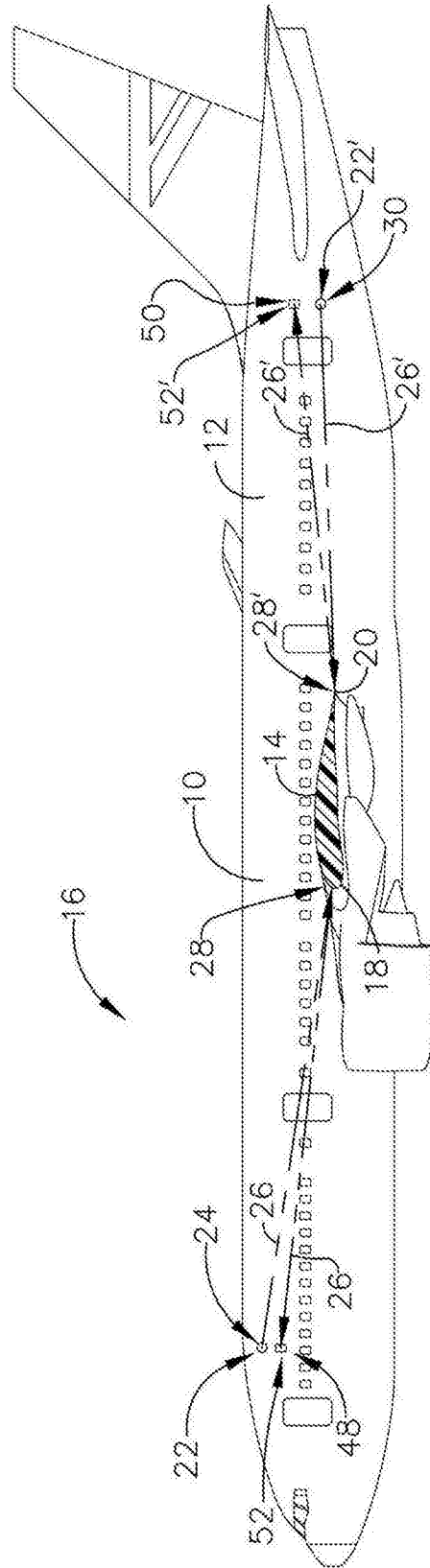


图3

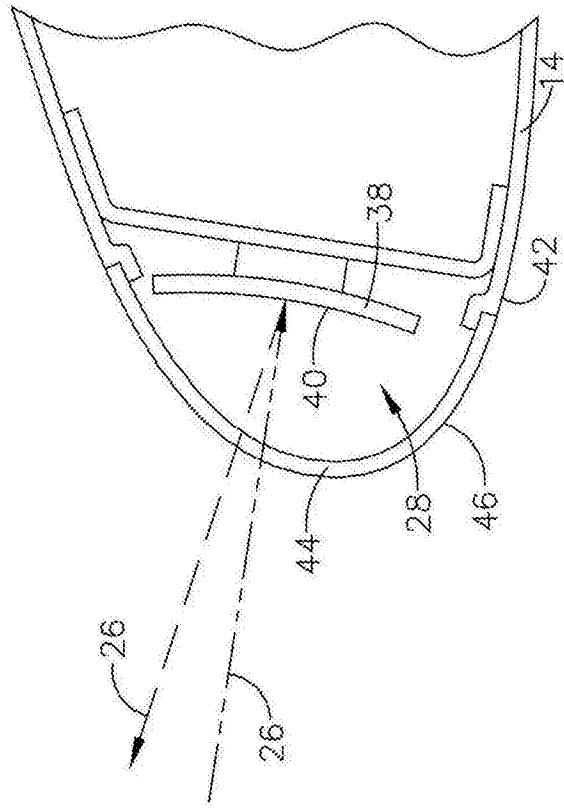


图4

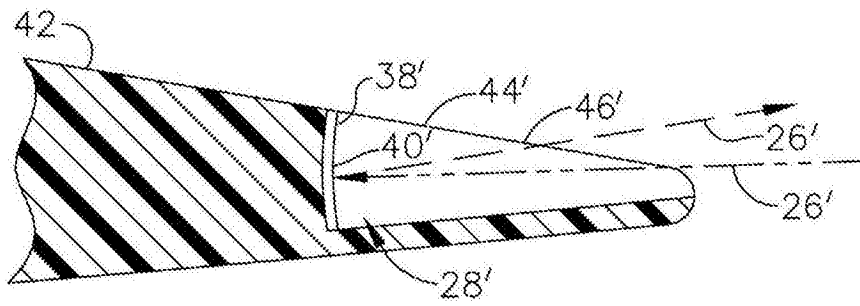


图5

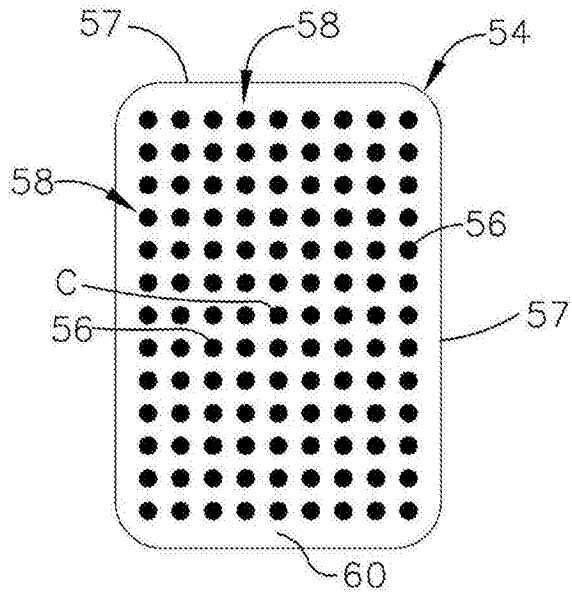


图6

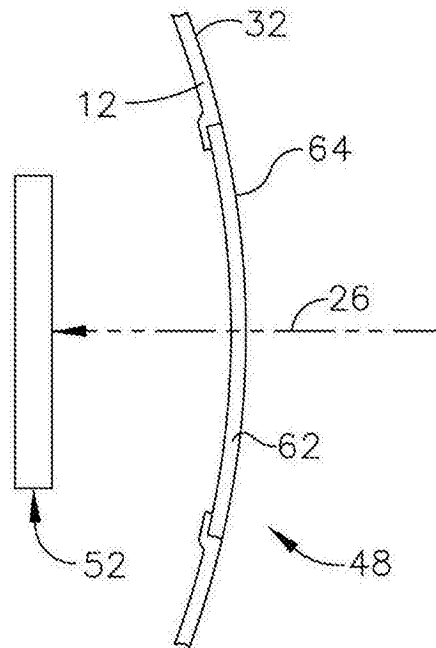


图7

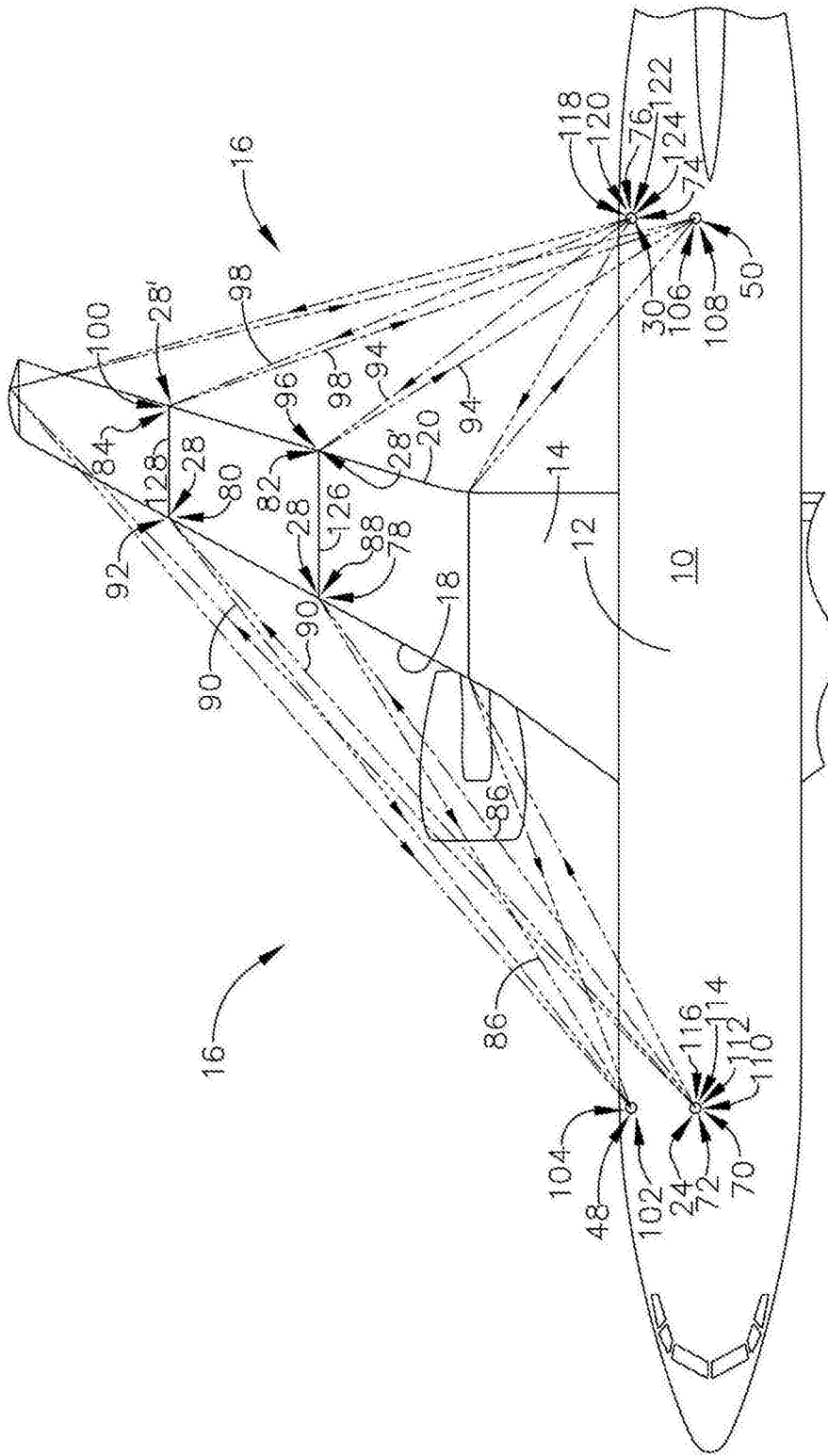


图8



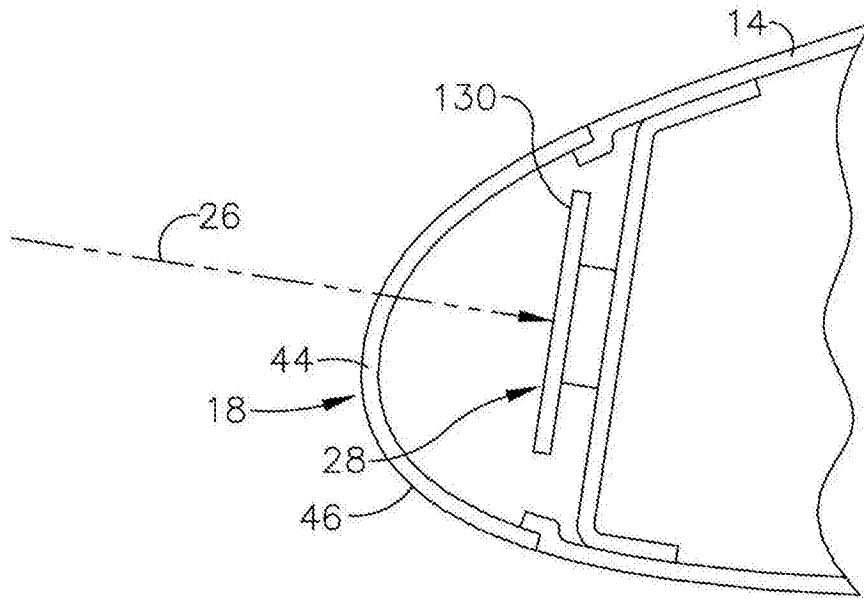


图9

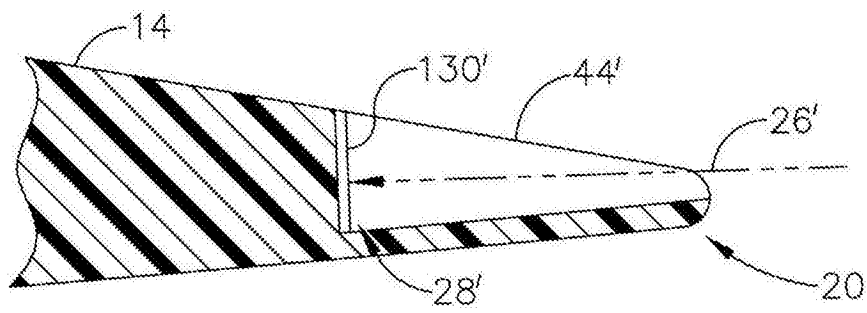


图10

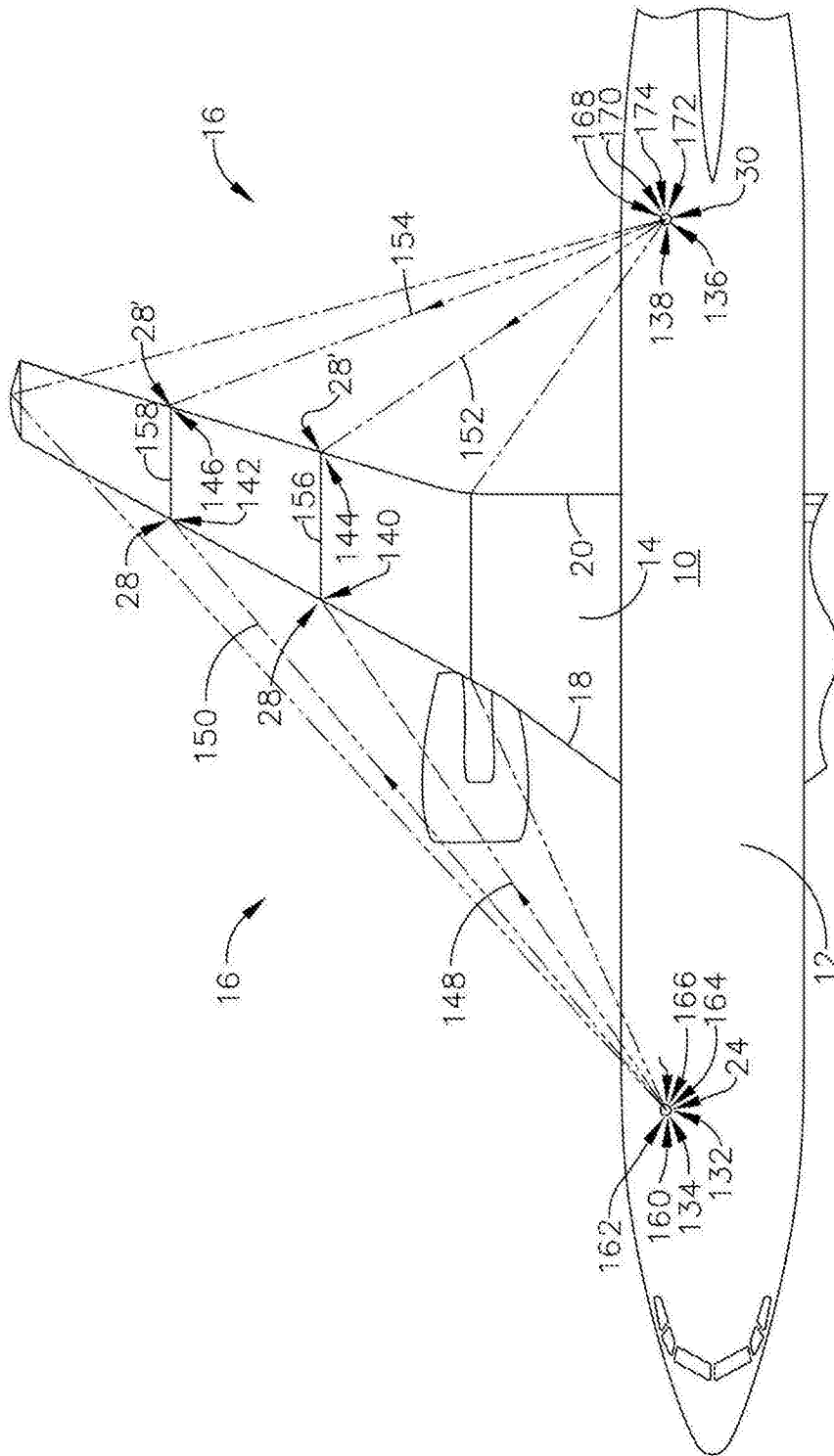


图11

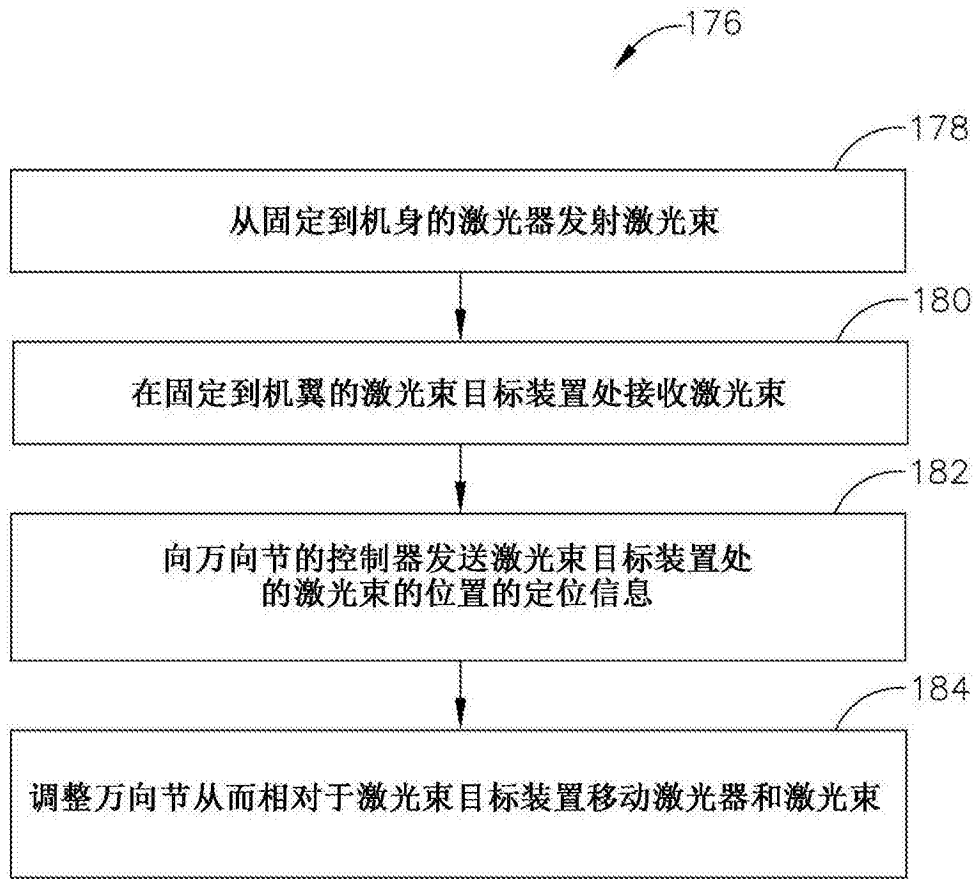


图12

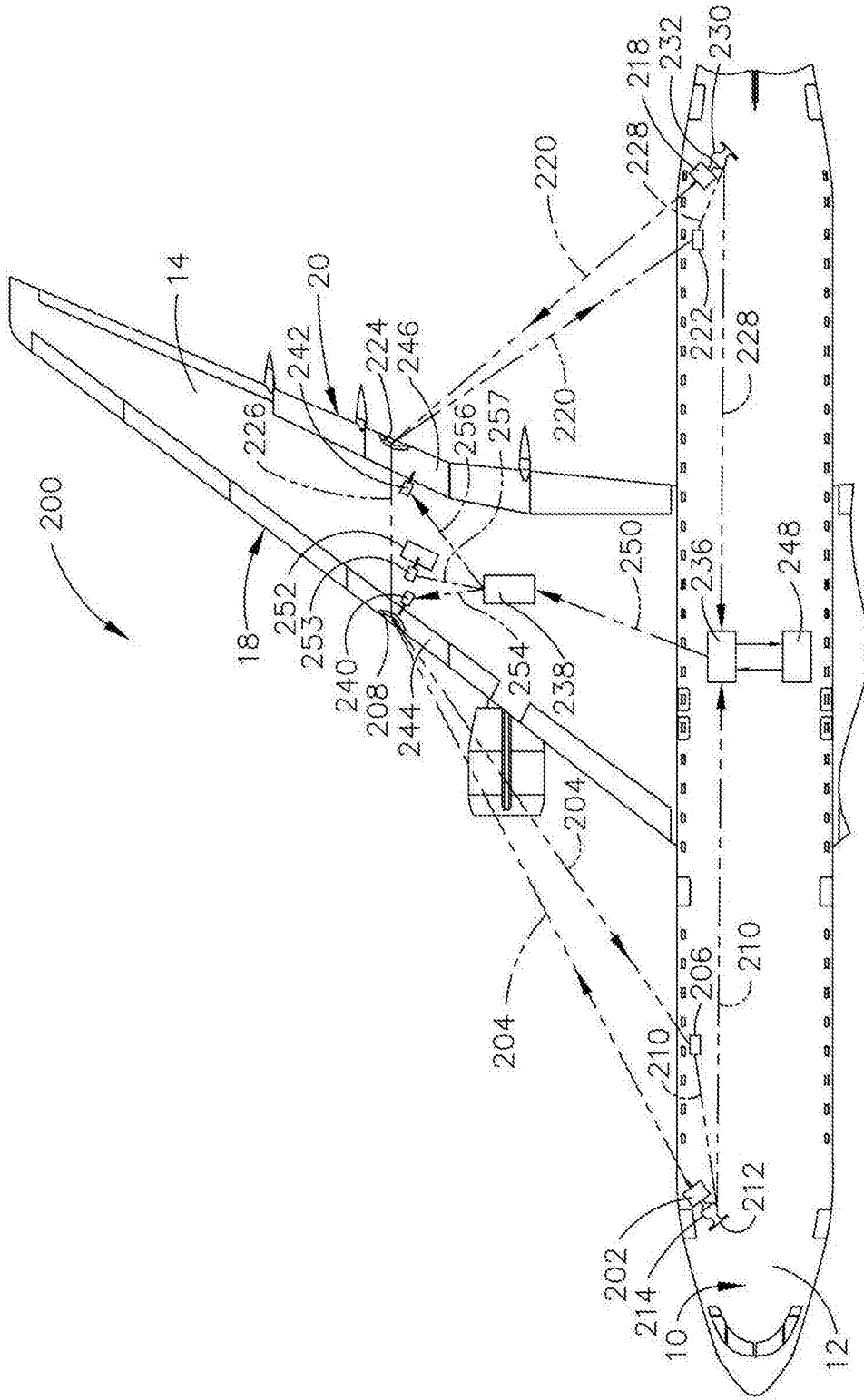


图13



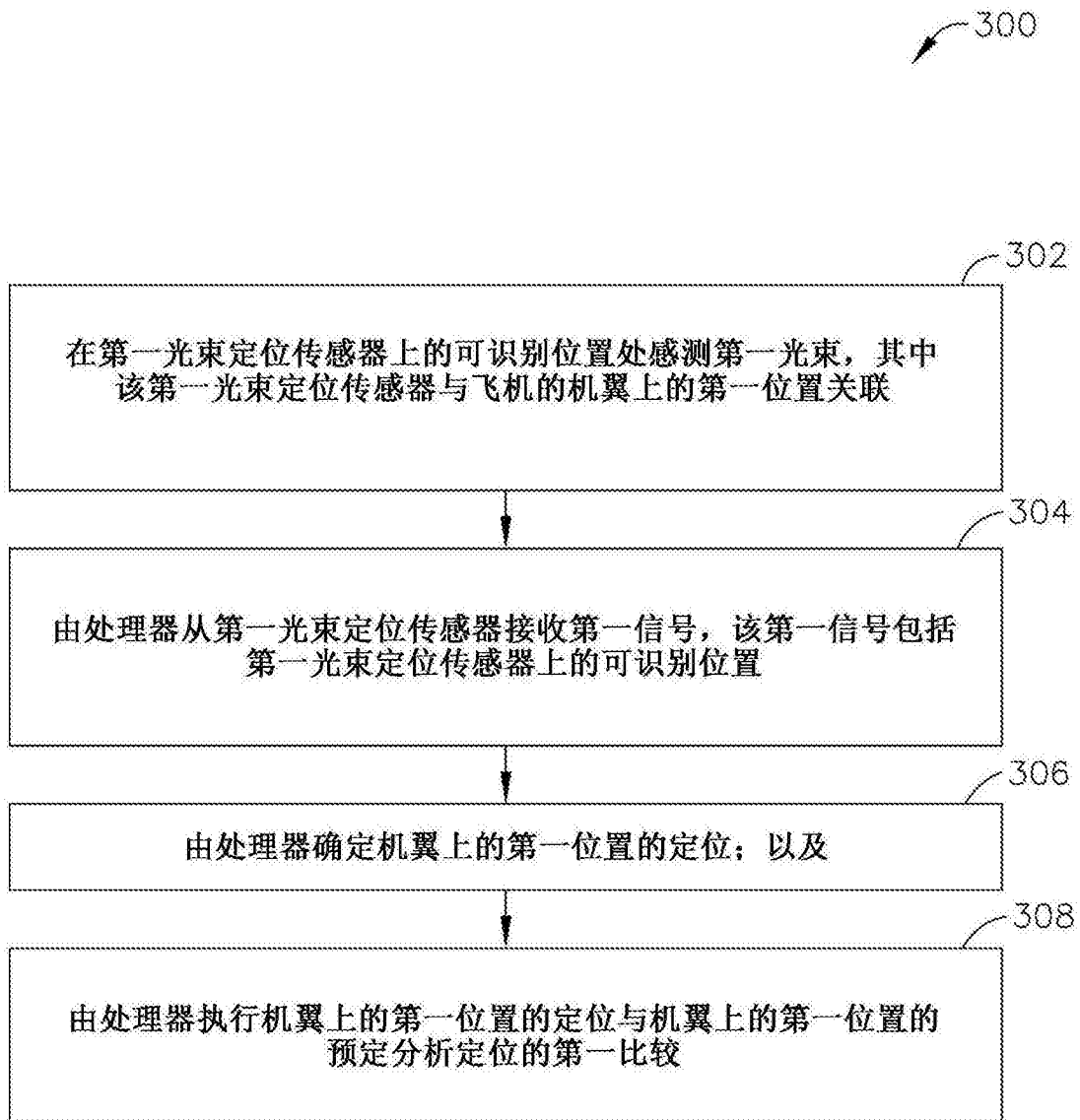


图15