



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104755941 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201380056982.X

(22)申请日 2013.10.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104755941 A

(43)申请公布日 2015.07.01

(30)优先权数据
61/722,084 2012.11.02 US
13/767,838 2013.02.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.30

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/066169 2013.10.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/070524 EN 2014.05.08

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 M·拉马钱德兰 A·拉马南达恩
C·布鲁纳 M·R·查里

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
代理人 宋献涛

(51)Int.Cl.
G01P 21/00(2006.01)
G01C 25/00(2006.01)

(56)对比文件
WO 2008068542 A1,2008.06.12,
DE 102010001019 A1,2011.07.21,
US 2011/0301902 A1,2011.12.08,
US 2011077891 A1,2011.03.31,
CN 101514899 A,2009.08.26,
审查员 李佳

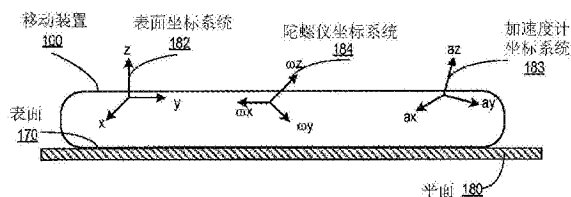
权利要求书4页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

用于使移动装置表面与传感器的坐标系统
对准的方法

(57)摘要

通过在移动装置相对于平面法线以不同定向保持静止时取得加速度向量的多个测量值来校准所述移动装置中的加速度计。计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆。所述圆的半径及所述所测得的加速度向量的长度用于计算旋转角度以用于使所述加速度计坐标系统与移动装置表面对准。通过在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得旋转轴线的多个测量值来校准所述移动装置中的陀螺仪。计算拟合所述测量值的线。所述线与陀螺仪坐标系统的轴线之间的角度用于使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置表面对准。



1. 一种用于校准位于移动装置内的加速度计的方法,其包括:

由所述移动装置的处理器从所述加速度计接收加速度向量的多个测量值,在所述移动装置相对于所述移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者;

计算拟合加速度计坐标系统中的所述所测得的加速度向量的相应端部的圆;

基于所述圆的半径及所述所测得的加速度向量的长度而计算所述加速度计坐标系统与所述移动装置的表面之间的旋转角度,以使所述加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准;

将所测得的加速度向量旋转所述旋转角度以将所述所测得的加速度向量从所述加速度计坐标系统变换到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统中的向量;及

基于所述表面坐标系统与由位于所述移动装置内的陀螺仪界定的陀螺仪坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的所述向量转换到所述陀螺仪坐标系统。

2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

将所述旋转角度存储在所述移动装置的存储器中以用于校准所述加速度计的后续测量值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述平面相对于水平轴线倾斜。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述平面对准到水平轴线。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述加速度计坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述移动装置在相对于所述平面的所述法线旋转一角度之后保持静止时取得所述测量值中的每一者。

7. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括在存在偏差的情况下执行对所述旋转角度的计算,其中通过所述圆的中心与相交点之间的距离来测量所述偏差,从所述加速度计坐标系统的原点延伸的所述法线在所述相交点处与含有所述圆的第二平面相交。

8. 一种移动装置,其包括:

加速度计;

处理器,其耦合到所述加速度计,所述处理器经配置以:

从所述加速度计接收加速度的多个测量值,在所述移动装置相对于所述移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者;

计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆;及

基于所述圆的半径及所述所测得的加速度向量的长度而计算所述加速度计坐标系统与所述移动装置的表面之间的旋转角度,以使所述加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准;

存储器,其耦合到所述处理器以存储所述旋转角度;及

陀螺仪,其耦合到所述处理器,其中所述处理器进一步经配置以:

将所测得的加速度向量旋转所述旋转角度以将所述所测得的加速度向量从所述加速度计坐标系统变换到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统中的向量;及

基于所述表面坐标系统与陀螺仪坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的所述向量转换到所述陀螺仪坐标系统。

9. 根据权利要求8所述的移动装置,其中所述加速度计坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

10. 根据权利要求8所述的移动装置,其中在所述移动装置在相对于所述平面的所述法线旋转一角度之后保持静止时取得所述测量值中的每一者。

11. 根据权利要求8所述的移动装置,其中所述处理器经配置以在存在偏差的情况下计算所述旋转角度,其中通过所述圆的中心与相交点之间的距离来测量所述偏差,从所述加速度计坐标系统的原点延伸的所述法线在所述相交点处与含有所述圆的第二平面相交。

12. 一种用于校准位于移动装置内的加速度计的设备,所述设备包括:

用于从所述加速度计接收加速度的多个测量值的装置,在所述移动装置相对于所述移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者;

用于计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆的装置;

用于基于所述圆的半径及所述所测得的加速度向量的长度而计算所述加速度计坐标系统与所述移动装置的表面之间的旋转角度以使所述加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准的装置;

用于将所测得的加速度向量旋转所述旋转角度以将所述所测得的加速度向量从所述加速度计坐标系统变换到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统中的向量的装置;及

用于基于所述表面坐标系统与由位于所述移动装置内的陀螺仪界定的陀螺仪坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的所述向量转换到所述陀螺仪坐标系统的装置。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中所述加速度计坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

14. 根据权利要求12所述的设备,其中在所述移动装置在相对于所述平面的所述法线旋转一角度之后保持静止时取得所述测量值中的每一者。

15. 根据权利要求12所述的设备,其中用于计算所述旋转角度的装置进一步包括用于在存在偏差的情况下计算所述旋转角度的装置,其中通过所述圆的中心与相交点之间的距离来测量所述偏差,从所述加速度计坐标系统的原点延伸的所述法线在所述相交点处与含有所述圆的第二平面相交。

16. 一种用于校准位于移动装置内的陀螺仪的方法,其包括:

由所述移动装置的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值,在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值,所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线;

计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线;

计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准;

将所述旋转角度应用于所述陀螺仪的测量值以将所述测量值对准到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统;及

基于所述表面坐标系统与加速度计坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的对准的所述测量值转换到所述加速度计坐标系统。

17. 根据权利要求16所述的方法,其进一步包括将所述旋转角度存储在所述移动装置

的存储器中以用于校准所述陀螺仪的后续测量值。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述平面相对于水平轴线倾斜。

19. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述平面对准到水平轴线。

20. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述陀螺仪坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

21. 根据权利要求16所述的方法, 其进一步包括:

在存在偏差的情况下执行对所述旋转角度的计算, 其中通过所述陀螺仪坐标系统的原点与所述线之间的距离来测量所述偏差。

22. 一种移动装置, 其包括:

陀螺仪;

处理器, 其耦合到所述陀螺仪, 所述处理器经配置以:

由所述移动装置的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值, 在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值, 所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线;

计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线; 及

计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准;

存储器, 其耦合到所述处理器以存储所述旋转角度; 及

耦合到所述处理器的加速度计, 其中所述处理器进一步经配置以:

将所述旋转角度应用于所述陀螺仪的测量值以将所述测量值对准到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统; 及

基于所述表面坐标系统与加速度计坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的对准的所述测量值转换到所述加速度计坐标系统。

23. 根据权利要求22所述的移动装置, 其中所述陀螺仪坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

24. 根据权利要求22所述的移动装置, 其中所述处理器进一步经配置以在存在偏差的情况下计算所述旋转角度, 其中通过所述陀螺仪坐标系统的原点与所述线之间的距离来测量所述偏差。

25. 一种用于校准位于移动装置内的陀螺仪的设备, 其包括:

用于由所述移动装置的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值的装置, 在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值, 所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线;

用于计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线的装置;

用于计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准的装置;

用于将所述旋转角度应用于所述陀螺仪的测量值以将所述测量值对准到由所述移动装置的所述表面界定的表面坐标系统的装置; 及

用于基于所述表面坐标系统与加速度计坐标系统之间的旋转变换将所述表面坐标系统中的对准的所述测量值转换到所述加速度计坐标系统的装置。

26. 根据权利要求25所述的设备, 其中所述陀螺仪坐标系统相对于其而被校准的所述移动装置的所述表面是面向所述平面且与所述平面接触的所述表面。

27. 根据权利要求25所述的设备, 其中用于计算所述旋转角度的装置进一步包括: 用于在存在偏差的情况下计算所述旋转角度的装置, 其中通过所述陀螺仪坐标系统的原点与所述线之间的距离来测量所述偏差。

用于使移动装置表面与传感器的坐标系统对准的方法

技术领域

[0001] 本文中揭示的标的物一般涉及例如加速度计及/或陀螺仪等传感器的校准。

背景技术

[0002] 加速度计(还被称作运动传感器)测量恰当的加速度,所述加速度是其相对于自由落体(或惯性)所经历的加速度。恰当的加速度与由存在于加速度计的参考系中的检验质量经历的称重的现象相关联。加速度计测量检验质量的每一单元的重量,也被称作比力或g力的量。在概念上,加速度计操作为弹簧上的阻尼质量。在加速度计经历加速度时,检验质量的位置相对于框架移位。测量所述移位以确定所述加速度。

[0003] 陀螺仪(还被称作旋转传感器)测量惯性参考系中的系统的角度速度。通过将惯性参考系中的系统的原始定向用作初始条件且整合角速度,可知晓系统的当前定向。在概念上,陀螺仪是基于角动量的守恒原理维持其定向的自旋旋转器。此现象可用于在许多应用中测量并维持定向,例如飞机及航天器中的罗盘及稳定器。

[0004] 加速度计及陀螺仪已经并入到多种消费型电子装置中。加速度计及陀螺仪的集成允许更准确及稳健的扩增实境(AR)应用,同时定位与绘图(SLAM)应用、计算机视觉应用、导航应用、稳定性控制应用及广泛范围的其它应用。

发明内容

[0005] 本发明描述一种用于校准位于移动装置内的加速度计的方法。在一个实施例中,移动装置的处理器从加速度计接收加速度向量的多个测量值。在移动装置相对于移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者。所述处理器计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆。基于所述圆的半径及所测得的加速度向量的长度,处理器相对于移动装置的表面计算加速度计坐标系统之间的旋转角度以使加速度计坐标系统与移动装置表面对准。

[0006] 在另一实施例中,一种移动装置包括:加速度计;处理器,其耦合到所述加速度计;及存储器,其耦合到所述处理器。所述处理器经配置以:从所述加速度计接收加速度的多个测量值,在所述移动装置相对于移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者。所述处理器进一步经配置以计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆,且基于所述圆的半径及所测得的加速度向量的长度,计算加速度计坐标系统与移动装置的表面之间的旋转角度以使加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准。所述旋转角度随后存储于所述存储器中。

[0007] 在另一实施例中,在移动装置处实施计算机程序产品以用于校准位于所述移动装置内的加速度计。所述计算机程序产品包括计算机可读媒体,所述计算机可读媒体包括用于以下操作的代码:由所述移动装置的处理器从所述加速度计接收加速度向量的多个测量值,在所述移动装置相对于所述移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者;计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端

部的圆；及基于所述圆的半径及所测得的加速度向量的长度，计算加速度计坐标系统与移动装置的表面之间的旋转角度以使加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准。

[0008] 在又一实施例中，一种移动装置包括：用于从所述加速度计接收加速度的多个测量值的装置，在所述移动装置相对于所述移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者；用于计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆的装置；及用于基于所述圆的半径及所测得的加速度向量的长度而计算加速度计坐标系统与移动装置的表面之间的旋转角度以使加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面对准的装置。

[0009] 本发明描述一种用于校准位于移动装置内的陀螺仪的方法。在一个实施例中，移动装置的处理器的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值。在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值，其中所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线。所述处理器计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线。所述处理器进一步计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准。

[0010] 在另一实施例中，一种移动装置包括：陀螺仪；处理器，其耦合到所述陀螺仪；及存储器，其耦合到所述处理器。所述处理器经配置以：由所述移动装置的处理器的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值，在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值，所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线；计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线；及计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准。所述旋转角度随后存储于所述存储器中。

[0011] 在另一实施例中，在移动装置处实施计算机程序产品以用于校准位于所述移动装置内的陀螺仪。所述计算机程序产品包括计算机可读媒体，所述计算机可读媒体包括用于以下操作的代码：由所述移动装置的处理器的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值，在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值，所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线；计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线；及计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准。

[0012] 在又一实施例中，一种移动装置包括：用于由所述移动装置的处理器的处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值的装置，在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值，所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线；用于计算拟合陀螺仪坐标系统中的所述测量值的线的装置；及用于计算所述线与所述陀螺仪坐标系统的轴线之间的旋转角度以使所述陀螺仪坐标系统与所述移动装置的表面对准的装置。

附图说明

[0013] 图1A为可在其中实践本发明的方面的移动装置的框图。

[0014] 图1B是图1A的移动装置的侧部轮廓。

[0015] 图2A及图2B说明根据一些实施例的从移动装置的侧部观看的校准移动装置的实例。

- [0016] 图3A及图3B说明根据一些实施例的从移动装置的顶部观看的校准移动装置的实例。
- [0017] 图4A说明根据一个实施例的加速度计坐标系统中的校准测量值。
- [0018] 图4B是说明根据一个实施例的加速度计校准方法的流程图。
- [0019] 图5A说明根据一个实施例的陀螺仪坐标系统中的校准测量值。
- [0020] 图5B是说明根据一个实施例的陀螺仪校准方法的流程图。

具体实施方式

[0021] 词语“示范性”在本文中用于意味着“充当实例、例子或说明”。本文中描述为“示范性”或描述为“实例”的任何方面或实施例未必应被解释为比其它方面或实施例优选或有利。

[0022] 本发明的实施例提供用于使传感器的坐标系统与移动装置的表面对准的校准技术。所述传感器位于移动装置内且在各种AR、导航及稳定性控制应用中将传感器数据提供到移动装置的处理器。术语“传感器”在本文中是指加速度计—陀螺仪。通常，所述传感器在工厂经校准以使得传感器的坐标系统与移动装置的表面对准。然而，工厂校准增加了移动装置的成本。本文中描述的校准技术可在用户将移动装置放置在平面上的多个不同定向上或在平面上以不同速率旋转移动装置时由移动装置的处理器执行。所述校准技术可容易被执行且对准结果可存储于移动装置的存储器中。因此，移动装置可一次对准（校准）且对准结果可用于后续测量。

[0023] 图1A是说明其中可实践本发明的实施例的系统的框图。所述系统可为移动装置100，移动装置100可包含处理器110、存储器120、接口160及一或多个传感器，例如加速度计130及陀螺仪140。在一个实施例中，移动装置100可包含加速度计130及陀螺仪140两者；在替代实施例中，移动装置100可包含加速度计130或陀螺仪140。应了解，移动装置100还可包含显示装置、用户接口（例如，键盘、触摸屏等）、电源装置（例如，电池）以及通常与移动通信装置相关联的其它组件。举例来说，接口160可为无线收发器以通过无线链路将无线信号发射到无线网络/从无线网络接收无线信号，或可为用于直接连接到网络（例如，因特网）的有线接口。因此，移动装置100可为：手机、智能电话、个人数字助理、移动计算机、平板计算机、个人计算机、膝上型计算机、电子阅读器或具有运动感测及/或旋转感测能力的任何类型的移动装置。

[0024] 在一个实施例中，处理器110可包含校准引擎115，校准引擎115可实施于硬件、固件、软件或以上各者中的任一者的组合中。在一个实施例中，处理器110可为通用处理器或专用处理器，其经配置以执行用于执行校准引擎115的操作的指令，校准引擎115使传感器（例如，加速度计130及/或陀螺仪140）的坐标系统与移动装置100的表面对准。

[0025] 存储器120可耦合到处理器110以存储用于由处理器110执行的指令。存储器120还可存储校准数据121，校准数据121包含由本文中描述的校准产生的对准结果。

[0026] 应了解，如下文将描述的本发明的实施例可结合由移动装置100的处理器110和/或移动装置100和/或其它装置的其它电路对指令的执行来实施。明确地说，移动装置100的电路（包含但不限于处理器110）可在程序、例程或指令的执行的控制下操作以执行根据本发明的实施例的方法或过程。举例来说，此程序可在固件或软件中实施（例如，存储在存储

器120和/或其它位置中)且可由处理器(例如处理器110)和/或移动装置100的其它电路实施。此外,应了解,术语处理器、微处理器、电路、控制器等是指能够执行逻辑、命令、指令、软件、固件、功能性及类似者的任何类型的逻辑或电路。

[0027] 图1B说明根据一个实施例的移动装置100的侧部轮廓。移动装置100具有前表面及后表面(在图1B的实例中,一个面向上且另一个面向下)。传感器坐标系统(即,加速度计坐标系统183及/或陀螺仪坐标系统184)将与其对准的移动装置100的“表面”是面向平面180(例如,桌面)且与其接触的表面170。如果移动装置100的前表面及后表面彼此平行,那么对准移动装置100的后表面与对准其前表面相同。表面170界定表面坐标系统182(还被称作“装置坐标系统”),其中表面170处于x-y平面上(其中假设表面170是平面)且所述表面的法线平行于表面坐标系统182的z轴。加速度计坐标系统183是所有加速度计测量值处于其中的坐标系统。同样,陀螺仪坐标系统184是所有陀螺仪测量值处于其中的坐标系统。

[0028] 传感器坐标系统183、184不一定与表面坐标系统182对准。在表面坐标系统182的x-y平面不与加速度计坐标系统183的 a_x - a_y 平面对准时,加速度计坐标系统183及表面坐标系统182未对准。同样,在表面坐标系统182的x-y平面不与陀螺仪坐标系统184的 ω_x - ω_y 对准时,陀螺仪坐标系统184及表面坐标系统182未对准。即,本文中描述的未对准是旋转未对准。如将在下文详细描述,本发明的实施例提供用以使传感器坐标系统183、184中的每一者与表面坐标系统182对准的校准技术。在以下描述中,与表面坐标系统182对准还被称作与移动装置100的表面对准。

[0029] 在其中移动装置100包含加速度计130的实施例中,可如下校准加速度计130。图2A说明如从移动装置100的侧部观看到的其中移动装置100处于倾斜平面210上的实例。平面210相对于水平轴线倾斜。平面210具有移动装置100处于其上的平面表面。在加速度计130静止时,其测量的加速度向量是重力向量 g 。等于在海平面处所测得的 9.81m/s^2 的重力向量 g 竖直向下指向地球中心。所述重力向量 g 在具有竖直向下指向地球中心的z轴线的坐标系统中可由 $[0, 0, 9.81]$ 表示。由加速度计130测得的重力向量是 g' ,其具有与重力向量 g 相同的向量长度(在海平面处所测得的 9.81m/s^2),但归因于加速度计130的定向及校准误差而可为 g 的旋转版本。例如,所测得的重力向量 g' 在加速度计坐标系统183中可为 $[5, 2.69, 8]$ 。如果加速度计坐标系统183及表面坐标系统182是对准的,那么表面坐标系统182中的重力向量将也是 g' 。然而,在加速度计坐标系统183及表面坐标系统182未对准时,表面坐标系统182中的重力向量 g'' 进一步在3-D欧几里德框架中从 g' 旋转一角度。由本文中描述的校准产生的对准结果是将 g' 变换到 g'' 的旋转变换。

[0030] 图2B说明如从移动装置100的侧部观看到的其中移动装置100处于倾斜平面220上的另一实例。平面220相对于水平轴线倾斜。平面220具有移动装置100处于其上的平面表面。图2B类似于图2A,不同之处在于平面220以不同角度倾斜。在另一实施例中,移动装置处于其上的平面可为水平的。应了解,移动装置100处于其上的平面可以任何角度定向(包含水平)而不影响本文中描述的校准技术的正确性及准确度。

[0031] 为了校准加速度计坐标系统183与表面坐标系统182之间的未对准误差,移动装置100的用户可在一连串旋转与保持动作中在平面210上围绕旋转轴线250旋转移动装置100。即,用户可相对于旋转轴线250在多个定向上使移动装置100保持静止。旋转轴线250是平面210的法线(还被称作“平面法线”)。每一“旋转”改变移动装置100相对于平面法线的定向,

而每一“保持”允许加速度计130取得重力向量 g' 的测量值。在移动装置表面170平行于平面210时,平面法线与表面170的法线相同。

[0032] 图3A说明如从移动装置100的顶部观看到的其中移动装置100处于平面230上的又一实例。平面230可为平面210、220(图2A及2B),或具有平面顶表面的任何其它平面。如上文参考图2A及图2B所描述,可围绕旋转轴线250旋转移动装置100。或者,如图3B中所展示,可沿着圆形或半圆形路径旋转并移动移动装置100。即,除了围绕旋转轴线250的旋转运动之外,移动装置100还可以经受平面230上的平移运动。本文中描述的校准技术的准确度不受平面210上的平移运动影响。只要用户在平面230上在多个不同定向上定位移动装置100,本文中描述的校准技术就可产生准确的结果。

[0033] 图4A说明其中相对于平面法线在不同定向上取得并收集加速度向量的测量值的加速度计坐标系统183的实施例。每一测量值是从加速度计坐标系统183的原点430延伸到3-D空间中的点的所测得的加速度向量。作为所测得的加速度向量的相应端部的这些点在加速度计坐标系统183中形成圆。因此,可计算圆410以拟合这些多个点。圆410处于平行于移动装置处于其上的平面(例如,平面210、220或230)的平面(被称作“圆平面”)上。圆410的半径415是代表性加速度向量的平面内组件,其中所述平面内组件垂直于平面法线。代表性加速度向量表示所测得的加速度向量的“平均”或“规格化”向量。在每一所测得的加速度向量以及代表性加速度向量的长度已知时(其等于 9.81m/s^2),可计算代表性加速度向量与平面法线之间的旋转角度。此旋转角度可存储在移动装置100的存储器中且用于校准后续的加速度计测量值。

[0034] 上文所描述的校准技术在存在偏差的情况下是稳健的。在存在除了加速度计坐标系统183与表面坐标系统182之间的旋转误差之外的其它误差源时存在偏差。可通过将平面法线从加速度计坐标系统183的原点430延伸到圆平面来测量所述偏差,其中所述平面法线在相交点处与圆平面汇合。相交点与圆中心420之间的距离是所述偏差 b 。在不存在偏差时,所述相交点与圆中心420重合。应注意,所述圆平面、移动装置100处于其上的平面及移动装置100的表面170全部彼此平行。因此,所述平面法线也是圆平面的法线。

[0035] 图4B说明由移动装置(例如图1A的处理器110)执行的加速度计校准方法400的实施例。在一个实施例中,方法400可由图1A的校准引擎115执行,校准引擎115可由硬件、软件、固件或以上各者中的任一者的组合实施。

[0036] 在一个实施例中,处理器从加速度计接收加速度向量的多个测量值(框401)。每一测量值是所测得的加速度向量。在移动装置相对于移动装置处于其上的平面的法线以不同定向保持静止时取得所述测量值中的每一者。处理器计算拟合加速度计坐标系统中的所测得的加速度向量的相应端部的圆(框402)。基于所述圆的半径及所测得的加速度向量的长度,所述处理器计算加速度计坐标系统与所述移动装置的所述表面之间的旋转角度(框403)。所述旋转角度可存储于移动装置内的存储器中以校准加速度计的后续测量值且借此使加速度计坐标系统与移动装置表面对准。

[0037] 在其中移动装置100包含陀螺仪140的一实施例中,可如下校准陀螺仪140。再次参看图3A,为了校准陀螺仪坐标系统184与表面坐标系统182之间的未对准误差,移动装置100的用户可以多个不同旋转速率(即,旋转速度)在平面230上围绕旋转轴线250(即,平面法线)旋转移动装置100一或多次。此平面230可为平面210(图2A)、平面220(图2B)、水平平面

或具有移动装置100处于其上的平面顶表面的任何平面。通常,在用户执行对移动装置100的一个手动旋转时,旋转速度在开始时较快且朝向旋转结束较慢。因此,陀螺仪140可从移动装置100的一个手动旋转作出多个测量。

[0038] 或者,如图3B中所展示,可沿着圆形或半圆形路径旋转并移动移动装置100。即,除了围绕旋转轴线250的旋转运动之外,移动装置100还可以经受平面230上的平移运动。本文中描述的校准技术的准确度不受平面210上的平移运动影响。只要用户在平面230上以多个不同速率旋转移动装置100,所述校准技术就可产生准确的校准结果。

[0039] 图5A说明陀螺仪坐标系184的实施例,其中在移动装置100相对于平面法线旋转时以不同旋转速率取得并收集旋转轴线250(即,平面法线)的测量值。每一测量值是处于陀螺仪坐标系184中的平面法线上的点。移动装置100旋转的角速度是从陀螺仪坐标系184的原点530延伸到所测得的点的向量的长度。每一向量可具有不同的长度,其取决于作出对应的测量所处的旋转速率。多个测量点形成陀螺仪坐标系184中的线。因此,可计算线510以拟合这些多个点。线510是陀螺仪坐标系184中的所测得的平面法线。可通过计算线510(即,所测得的平面法线)与 ω_z 轴(例如,[0.0.1])或 $-\omega_z$ 轴之间的旋转角度(θ)而获得陀螺仪坐标系184与表面坐标系182之间的未对准误差。

[0040] 上文所描述的校准方法在存在偏差的情况下是稳健的。在存在除了陀螺仪坐标系184与表面坐标系182之间的旋转误差之外的其它误差源时存在偏差 ω_b 。可通过陀螺仪坐标系184的原点530与拟合所有陀螺仪测量值的线(其也是所测得的平面法线510)之间的垂直距离(展示为点线)测量所述偏差。在不存在偏差时(如在理想陀螺仪的情况下),拟合陀螺仪测量值的线将穿过陀螺仪坐标系184的原点530;换句话说,在陀螺仪理想地静止时,测量值将读取零角速度。偏差 ω_b 是角速度的陀螺仪测量值中的相加性偏移误差。换句话说,偏差 ω_b 是在陀螺仪理想地静止时的陀螺仪测量值的平均值。

[0041] 图5B说明由移动装置(例如图1A的处理器110)执行的陀螺仪校准方法500的实施例。在一个实施例中,方法500可由图1A的校准引擎115执行,所述校准引擎可由硬件、软件、固件或以上各者中的任一者的组合实施。

[0042] 在一个实施例中,处理器从所述陀螺仪接收旋转轴线的多个测量值(框501)。在所述移动装置相对于所述旋转轴线以不同速率旋转时取得所述测量值,其中所述旋转轴线是所述移动装置处于其上的平面的法线(框501)。每一测量值是表示陀螺仪坐标系中的所测得的平面法线的点。所述处理器计算拟合陀螺仪坐标系中的所述测量值的线(框502)。处理器计算所述线与陀螺仪坐标系统的轴线(例如, ω_z 轴线)之间的旋转角度以使陀螺仪坐标系与移动装置的表面对准(框503)。旋转角度可存储于移动装置内的存储器中以校准陀螺仪的后续测量值。

[0043] 在具有加速度计及陀螺仪两者的移动装置的一实施例中,上文所描述的校准技术允许计算加速度计坐标系相对于陀螺仪坐标系的对准且反之亦然。可通过移动装置内的传感器的布局的先验知识来去除关于沿着(移动装置表面的)法向量 n 的旋转的任何模糊性。例如,如果两个传感器放置于移动装置内的相同半导体芯片中且它们的轴对准,那么两个传感器的沿着法向量的旋转是零。如果一个传感器与另一传感器垂直地放置在相同芯片的平面中且它们的轴是正交的,那么所述传感器的沿着法向量的旋转相隔90度。在具有关于传感器的布局的此知识的情况下,可根据图4B及图5B的方法相对于移动装置单独地校准

每一传感器。加速度计坐标系统中的测量值随后可经由它们相对于移动装置表面的相应的校准而被转换到陀螺仪坐标系统中,且反之亦然。通过使用关于移动装置中的加速度计及陀螺仪的所存储的校准数据,移动装置可使用来自这两个传感器的测量值且在应用中使用它们之前将它们转换到共同坐标系统。

[0044] 例如,加速度计坐标系统中的测量值可如下转换到陀螺仪坐标系统(假设已经去除关于沿着法向量的旋转的任何模糊性)。首先,所测得的加速度向量旋转使用方法400(图4B)获得的旋转角度以将所测得的加速度向量从加速度计坐标系统变换到表面坐标系统中的向量。随后,可基于表面坐标系统与陀螺仪坐标系统之间的旋转变换将表面坐标系统中的向量转换到陀螺仪坐标系统,其中所述旋转变换表示使用方法500(图5B)获得的角度。类似地,可如下将陀螺仪坐标系统中的测量值转换到加速度计坐标系统。首先,可将使用方法500(图5B)获得的角度 θ 应用于陀螺仪的测量值以使测量值对准到表面坐标系统。随后,可基于表面坐标系统与加速度计坐标系统之间的旋转变换将表面坐标系统中的经对准的测量值转换到加速度计坐标系统,其中所述旋转变换表示使用方法400(图4B)获得的旋转角度。

[0045] 应了解,在移动装置是无线移动装置时,可通过基于或另外支持任何合适的无线通信技术的无线网络经由一或多个无线通信链路进行通信。举例来说,在一些方面中,计算装置或服务器可与包含无线网络的网络相关联。在一些方面中,网络可包括身体区域网络或个域网(例如,超宽带网络)。在一些方面中,网络可包括局域网或广域网。无线装置可支持或以其它方式使用多种无线通信技术、协议或标准(例如,CDMA、TDMA、OFDM、OFDMA、WiMAX和Wi-Fi)中的一或多者。类似地,无线装置可支持或以其它方式使用多种对应调制或多路复用方案中的一或多者。无线装置可因此包含适当的组件(例如,空中接口)以使用以上或其它无线通信技术建立一或多个无线通信链路且经由所述一或多个无线通信链路进行通信。举例来说,装置可包括具有相关联的发射器和接收器组件(例如,发射器和接收器)的无线收发器,其可包含促进无线媒体上的通信的各种组件(例如,信号产生器和信号处理器)。众所周知的是,移动无线装置因此可无线地与其它移动装置、手机、其它有线和无线计算机、因特网网站等通信。

[0046] 本文中所描述的技术可用于各种无线通信系统,例如码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交频分多址(OFDMA)、单载波FDMA(SC-FDMA)及其它系统。术语“系统”与“网络”常常可互换使用。CDMA系统可实施无线电技术,例如通用陆地无线电接入(UTRA)、CDMA2000等。UTRA包含宽带CDMA(W-CDMA)及CDMA的其它变体。CDMA2000涵盖暂定标准(IS)-2000、IS-95和IS-856标准。TDMA系统可实施例如全球移动通信系统(GSM)等无线电技术。OFDMA系统可实施例如以下各者等无线电技术:演进型通用陆地无线接入(演进型UTRA或E-UTRA)、超移动宽带(UMB)、电气电子工程师协会(IEEE)802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM、RTM等。通用陆地无线接入(UTRA)和E-UTRA为全球移动电信系统(UMTS)的部分。3GPP长期演进(LTE)是UMTS的使用E-UTRA的即将到来的版本,其在下行链路上采用OFDMA,且在上行链路上采用SC-FDMA。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE和GSM描述于来自名为“第3代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文献中。CDMA2000和UMB描述于来自名为“第3代合作伙伴计划2”(3GPP2)的组织的文献中。

[0047] 本文中描述的技术可并入到多种移动设备(例如,装置)中(例如,在其内实施或由

其执行)。例如,本文中教示的一或多个方面可并入到以下各者中:电话(例如,蜂窝式电话)、个人数据助理(“PDA”)、平板计算机、移动计算机、膝上型计算机、平板计算机、娱乐装置(例如,音乐或视频装置)、耳机(例如,头戴式耳机、听筒等)、医疗装置(例如,生物计量传感器、心率监测仪、计步器、EKG装置等)、用户I/O装置、销售点装置、娱乐装置或任何其它合适的装置。这些装置可具有不同的功率和数据要求

[0048] 所属领域的技术人员将理解,可使用多种不同技术及技艺中的任一者来表示信息及信号。举例来说,可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或其任何组合来表示可在整个以上描述中参考的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号及码片。

[0049] 所属领域的技术人员将进一步了解,结合本文所揭示的实施例描述的多个说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可以实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为清楚说明硬件与软件的此可互换性,上文已大体上关于其功能性而描述了各种说明性组件、块、模块、电路和步骤。所述功能性是实施为硬件还是软件取决于特定应用及施加于整个系统的设计约束。所属领域的技术人员可针对每一特定应用以不同方式来实施所描述的功能性,但此类实施方案决策不应被解释为会导致脱离本发明的范围。

[0050] 可使用通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其经设计以执行本文所描述的功能的任何组合来实施或执行结合本文中所揭示的实施例而描述的各种说明性逻辑块、模块和电路。通用处理器可以为微处理器,但在替代方案中,处理器可以为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以实施为计算装置的组合,例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器的组合、一或多个微处理器与DSP核心的联合,或任何其它此类配置。

[0051] 结合本文中所揭示的实施例而描述的方法或算法的步骤可直接体现于硬件、由处理器执行的软件模块或其两者的组合中。软件模块可驻留在RAM存储器、快闪存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可装卸磁盘、CD-ROM,或此项技术中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息和将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可与处理器成一体式。处理器和存储媒体可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0052] 在一或多个示范性实施例中,所描述的功能可在硬件、软件、固件或其任何组合中实施。如果以软件实施为计算机程序产品,那么可将功能作为一或多个指令或代码存储于计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体予以传输。计算机可读媒体包含计算机存储媒体与包含促进计算机程序从一处传递到另一处的任何媒体的通信媒体两者。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。举例来说且并非限制,所述计算机可读媒体可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置,或可用于载运或存储呈指令或数据结构的形式所要程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。同样,可恰当地将任何连接称作计算机可读媒体。举例来说,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线(DSL)或例如红外线、无线电及微波的无线技术从网站、服务器或其它远程源传输软件,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或例如红外线、无线电及微波的无线技术包含于媒体的定义中。如本文所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光

盘、数字多功能光盘 (DVD)、软性磁盘及蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式复制数据,而光盘用激光以光学方式复制数据。以上各者的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0053] 提供对所揭示的实施例的先前描述以使得所属领域的技术人员能够制作或使用本发明。所属领域的技术人员将容易了解对这些实施例的各种修改,且可在不脱离本发明的精神或范围的情况下将本文定义的一般原理应用到其它实施例。因此,本发明并不希望限于本文所展示的实施例,而应被赋予与本文所揭示的原理和新颖特征相一致的最广泛范围。

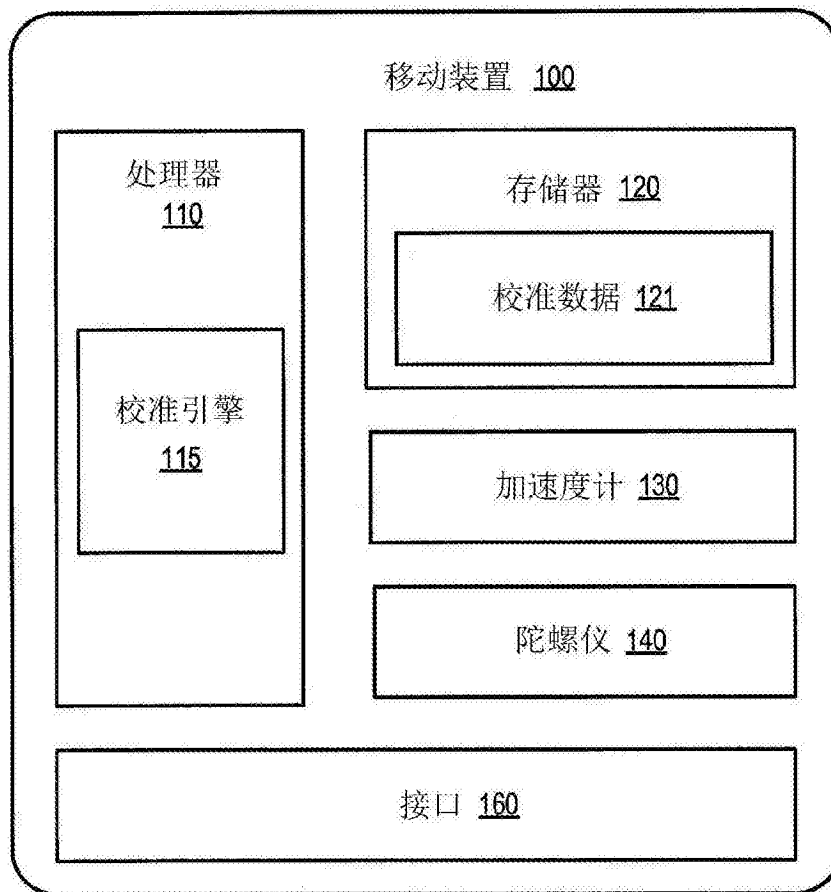


图1A

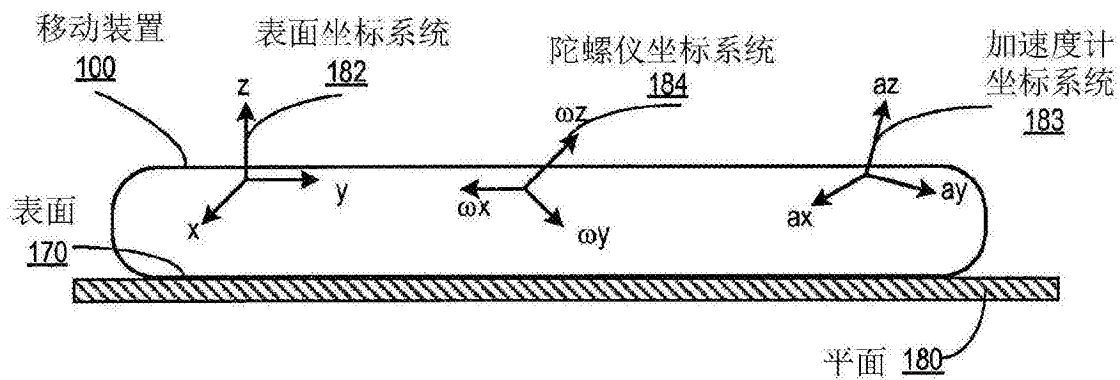


图1B

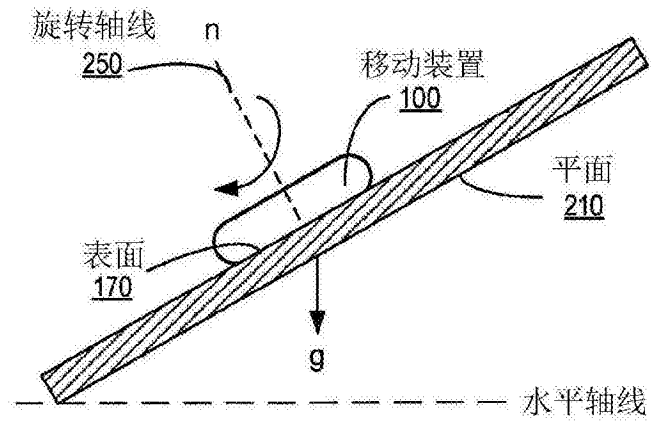


图2A

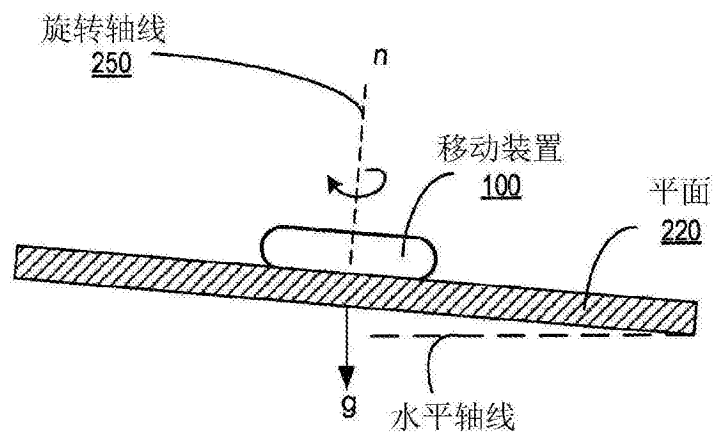


图2B

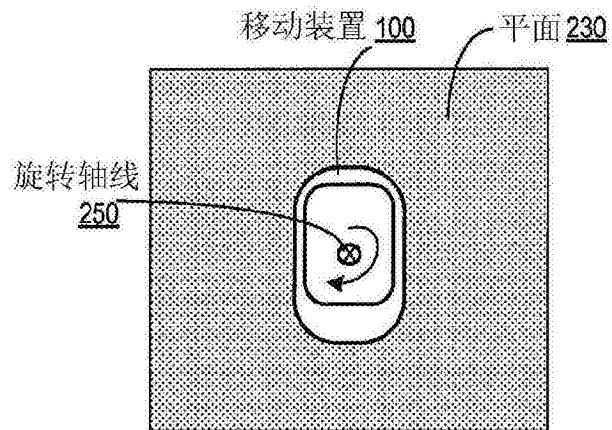


图3A

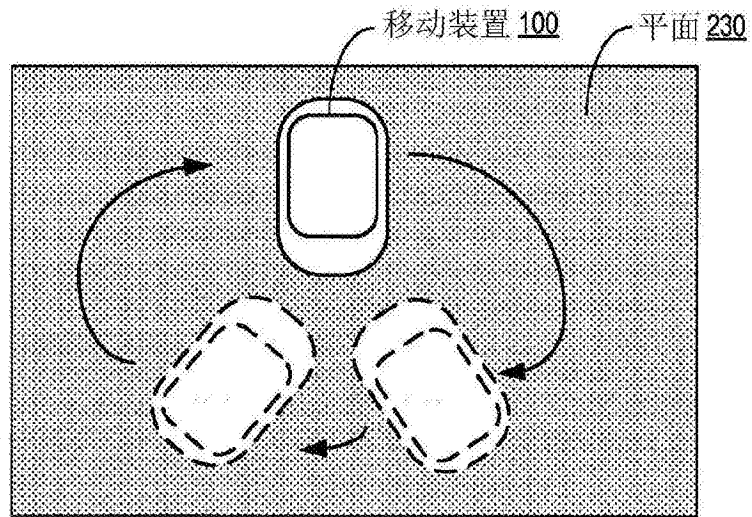


图3B

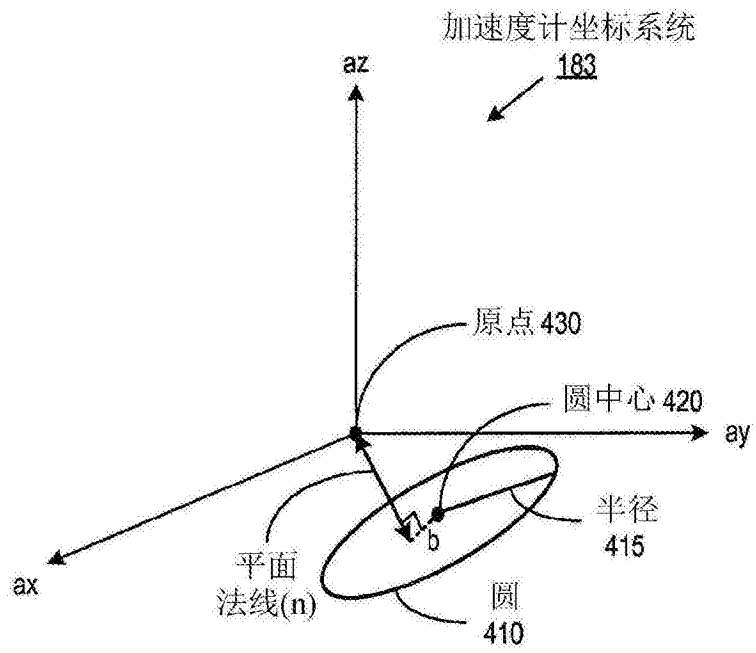


图4A

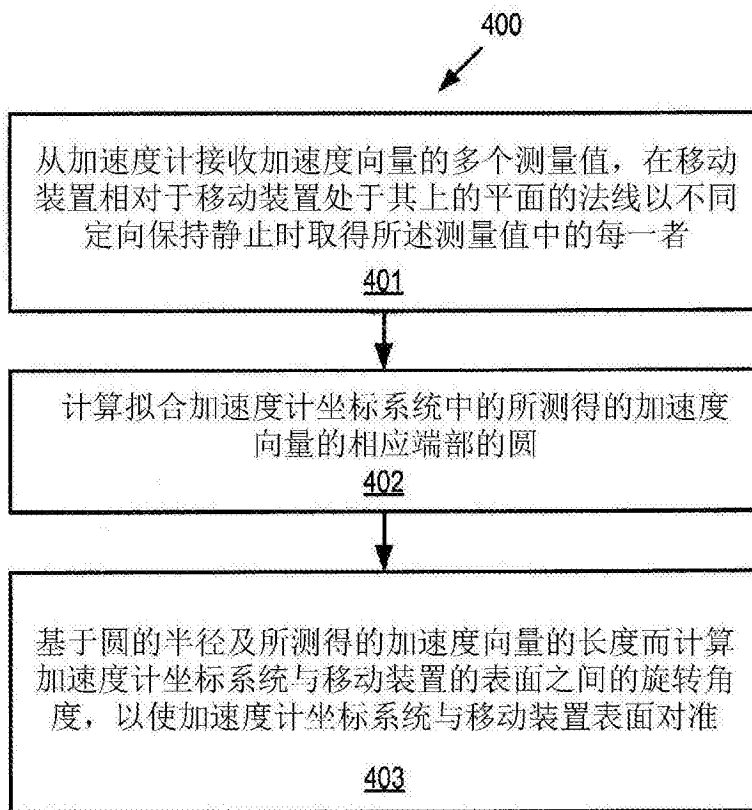


图4B

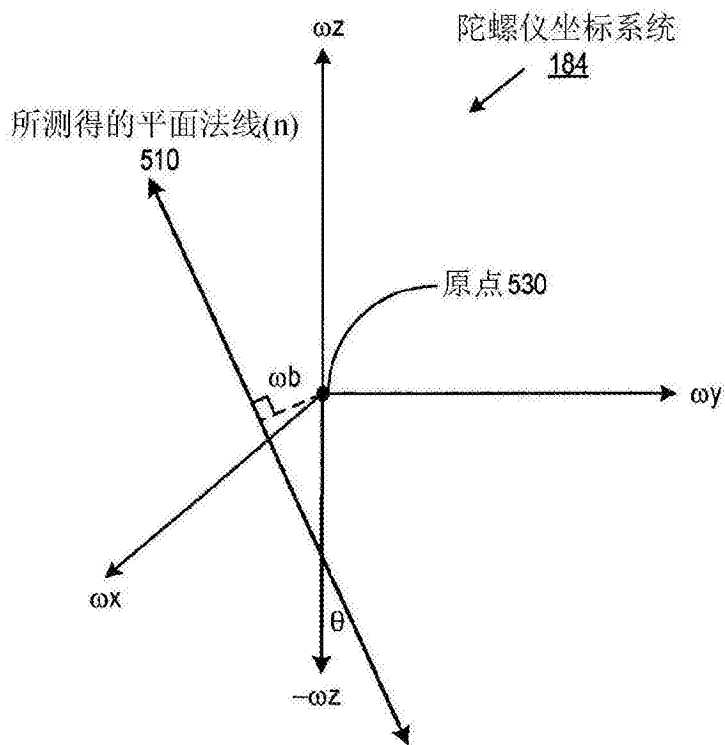


图5A

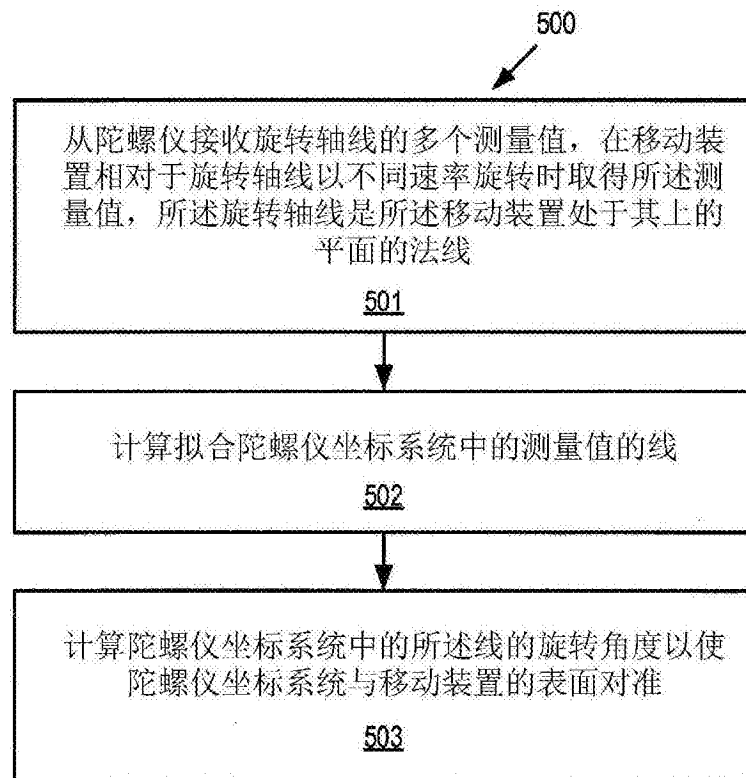


图5B