



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111556986 B

(45) 授权公告日 2024.02.27

(21) 申请号 201980007135.1
 (22) 申请日 2019.02.27
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111556986 A
 (43) 申请公布日 2020.08.18
 (30) 优先权数据
 2018-035349 2018.02.28 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.06.30
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2019/007607 2019.02.27
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/168042 JA 2019.09.06
 (73) 专利权人 株式会社尼罗沃克
 地址 日本国东京都涩谷区西原3-1-7
 (72) 发明人 和气千大 柳下洋
 (74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理
 有限公司 11444
 专利代理师 张黎 龚敏

(51) Int.Cl.
 G05D 1/48 (2024.01)
 B64C 13/18 (2006.01)
 B64U 10/14 (2023.01)
 (56) 对比文件
 CN 107209519 A, 2017.09.26
 US 2005230564 A1, 2005.10.20
 US 2004075018 A1, 2004.04.22
 JP 2007143098 A, 2007.06.07
 JP 2016135625 A, 2016.07.28
 US 2016327956 A1, 2016.11.10
 JP H08268392 A, 1996.10.15
 CN 104567799 A, 2015.04.29
 CN 105346706 A, 2016.02.24
 CN 104049636 A, 2014.09.17
 CN 106681344 A, 2017.05.17
 US 5940035 A, 1999.08.17
 WO 2018020671 A1, 2018.02.01
 US 5646857 A, 1997.07.08

审查员 王玮

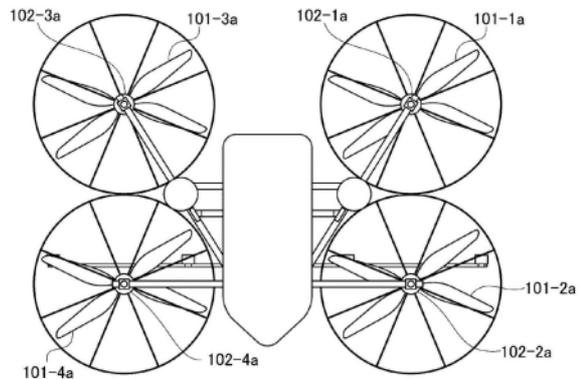
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

无人机及其控制方法以及计算机可读取记录介质

(57) 摘要

提供安全性高的农业用药剂播撒无人机。具备冗余化的高度测量传感器和速度测量传感器，通过飞行控制器进行控制以使机体不超过限制高度以及限制速度。传感器优选并用多个方式。尤其是，优选起飞时的高度通过GPS进行测量，药剂播撒中的高度通过声纳进行测量。也可以随时测量机体的重量，并根据重量来调整限制高度和限制速度。



1. 一种无人机,具备高度测量单元和高度调整单元,
所述高度调整单元调整机体高度,以使所述高度测量单元测量出的所述机体高度不超过给定的极限高度,
所述高度测量单元在起飞时仅使用GPS测量机体的绝对高度,在农场上空移动的过程中仅使用对地高度测量单元测量机体的对地高度,
在所述高度测量单元正使用GPS测量所述机体的绝对高度时,所述高度调整单元调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。
2. 根据权利要求1所述的无人机,其中,
所述对地高度测量单元是利用声纳而构成的。
3. 根据权利要求1所述的无人机,其中,
所述无人机还包括重量测量单元,
所述高度调整单元根据所述重量测量单元测量出的机体重量来调整所述给定的极限高度。
4. 根据权利要求1所述的无人机,其中,
所述无人机还包括机体控制单元,
在给定时间以上无法利用GPS时,所述机体控制单元使机体维持为悬停状态或者使机体着陆。
5. 根据权利要求1所述的无人机,其中,
所述无人机具备多个GPS接收机,所述多个GPS接收机分别被控制为使用不同的GPS卫星。
6. 一种无人机控制方法,包括:
高度测量步骤,测量机体高度;以及
高度调整步骤,调整机体高度,以使测量出的所述机体高度不超过给定的极限高度,
在所述高度测量步骤中,在起飞时仅使用GPS测量机体的绝对高度,在农场上空移动的过程中仅使用对地高度测量单元测量机体的对地高度,
在所述高度测量步骤中正使用GPS测量机体的绝对高度时,在所述高度调整步骤中,调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。
7. 根据权利要求6所述的无人机控制方法,其中,
所述对地高度测量单元是利用声纳而构成的。
8. 根据权利要求6所述的无人机控制方法,其中,
所述无人机控制方法还包括测量机体的重量的重量测量步骤,
在所述高度调整步骤中,根据在所述重量测量步骤中测量出的机体重量来调整所述给定的极限高度。
9. 根据权利要求6所述的无人机控制方法,其中,
所述无人机控制方法还包括在给定时间以上无法利用GPS时使机体维持为悬停状态或者使机体着陆的步骤。
10. 根据权利要求6所述的无人机控制方法,其中,
所述无人机控制方法还包括控制为使多个GPS接收机分别使用不同的GPS卫星的步骤。
11. 一种计算机可读取记录介质,记录有无人机控制程序,所述无人机控制程序使计算

机执行如下命令：

高度测量命令,测量机体高度;以及

高度调整命令,调整机体高度,以使测量出的所述机体高度不超过给定的极限高度,

所述高度测量命令使计算机执行如下命令:在起飞时仅使用GPS测量机体的绝对高度,在农场上空移动的过程中仅使用对地高度测量单元测量所述机体的对地高度,

所述高度测量命令使计算机执行如下命令:在正使用GPS测量所述机体的绝对高度时,调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。

12.根据权利要求11所述的计算机可读取记录介质,其中,

所述对地高度测量单元是利用声纳而构成的。

13.根据权利要求11所述的计算机可读取记录介质,其中,

所述无人机控制程序还使计算机执行测量机体重量的重量测量命令,

所述高度调整命令使计算机执行根据测量出的所述机体重量来调整所述给定的极限高度的命令。

14.根据权利要求11所述的计算机可读取记录介质,其中,

所述无人机控制程序还使计算机执行如下命令:在给定时间以上无法利用GPS时,使机体维持为悬停状态或者使机体着陆。

15.根据权利要求11所述的计算机可读取记录介质,其中,

所述无人机控制程序还使计算机执行如下命令:控制为使多个GPS接收机分别使用不同的GPS卫星。

无人机及其控制方法以及计算机可读取记录介质

技术领域

[0001] 本发明涉及对农场进行农药等的药剂播撒等的农业用无人飞行器(无人机),尤其涉及提高了安全性的无人机及其控制方法以及程序。

背景技术

[0002] 一般被称为无人机的小型无人直升机(多旋翼直升机)的应用正在推进。作为其重要的应用领域之一,可列举向农田(农场)进行农药或液肥等的药剂播撒(例如,专利文献1)。与欧美相比,在农田狭小的日本,适合使用无人机而不是有人的飞机或直升机的情况较多。

[0003] 通过准天顶卫星系统或RTK-GPS(Real Time Kinematic-Global Positioning System)等技术,使无人机在飞行中能够以厘米单位准确地得知本机的绝对位置,由此,在日本,即使在典型的狭小复杂的地形的农田中,也使得人手进行的操纵为最小限度而能够自主地飞行,并高效且准确地进行药剂播撒。

[0004] 另一方面,对于面向农业用的药剂播撒的自主飞行型无人机而言,存在很难说对安全性的考虑充分的情况。由于搭载有药剂的无人机的重量为几十公斤,因此在落到人身上等事故发生的情况下,可能会导致严重的结果。另外,通常,由于无人机的操作者不是专业人员,因此需要防止误操作的机制,但对此的考虑也不充分。迄今为止,虽然存在以人的操纵为前提的无人机的安全性技术(例如,专利文献2),但不存在用于应对尤其是面向农业用的药剂播撒的自主飞行型无人机特有的安全性课题的技术。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:专利公开公报日本特开2001-120151

[0008] 专利文献2:专利公开公报日本特开2017-163265

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 提供即使在自主飞行时也能够维持高安全性的农业用无人机(无人飞行器)。

[0011] 用于解决课题的技术方案

[0012] 本发明提供如下的无人机,由此解决上述课题,该无人机具备高度测量单元和高度调整单元,所述高度调整单元调整机体高度,以使所述高度测量单元测量出的所述机体高度不超过给定的极限高度。

[0013] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述高度测量单元是从声纳、气压传感器、加速度传感器、激光、GPS中选择的两种以上的方式或者一种以上的方式且被多重化。

[0014] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述高度测量单元在起飞时使用GPS测量机体高度,在农场上空移动的过程中使用声纳测量机体高度。

[0015] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,在所述高度测量单元正使用GPS测量机体高度时,所述高度调整单元调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。

[0016] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述高度测量单元还测量机体的上升速度,所述高度调整单元调整所述机体高度,以使所述上升速度不超过给定的极限上升速度。

[0017] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述无人机还包括重量测量单元,所述高度调整单元根据所述重量测量单元测量出的机体重量来调整所述给定的极限高度。

[0018] 另外,本发明提供如下的无人机,由此解决上述课题,该无人机速度具备速度测量单元和速度调整单元,所述速度调整单元调整机体速度,以使所述速度测量单元测量出的机体速度不超过给定的极限速度。

[0019] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述速度测量单元是从加速度传感器、GPS多普勒或者GPS中选择的两种以上的方式且被多重化。

[0020] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述无人机还包括重量测量单元,所述速度测量单元根据所述重量测量单元测量出的机体重量来调整所述给定的极限速度。

[0021] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述重量测量单元基于如下的一个以上的信息来测量所述机体重量:向电动机指示的目标转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;向电动机指示的目标转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;等速水平飞行时的机体前倾角度;以及所搭载的药剂的液量。

[0022] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述无人机还包括机体控制单元,在给定时间以上无法利用GPS时,所述机体控制单元使机体维持为悬停状态或者使机体着陆。

[0023] 另外,本发明提供一种无人机,由此解决上述课题,所述无人机具备多个GPS接收机,所述多个GPS接收机分别被控制为使用不同的GPS卫星。

[0024] 另外,本发明提供如下的无人机控制方法,由此解决上述课题,该无人机控制方法机体包括:高度测量步骤,测量机体高度;以及高度调整步骤,调整机体高度,以使所述测量出的机体高度不超过给定的极限高度。

[0025] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述高度测量步骤中,使用从声纳、气压传感器、加速度传感器、激光、GPS中选择的两种以上的方式测量机体高度。

[0026] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述高度测量步骤中,在起飞时使用GPS测量机体高度,在农场上空移动的过程中使用声纳测量机体高度。

[0027] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述高度测量步骤中正使用GPS测量机体高度时,在所述高度调整步骤中,调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。

[0028] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述高度测量步骤

中,还测量机体的上升速度,在所述高度调整步骤中,还调整所述机体高度,以使所述上升速度不超过给定的极限上升速度。

[0029] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,所述无人机控制方法还包括测量机体的重量的重量测量步骤,在所述高度调整步骤中,根据在所述重量测量步骤中测量出的机体重量来调整所述给定的极限高度。

[0030] 另外,本发明提供如下的无人机控制方法,由此解决上述课题,该无人机包括:速度测量步骤,测量机体速度;以及速度调整步骤,调整机体速度,以使所述测量出的机体速度不超过给定的极限速度。

[0031] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述速度测量步骤中,使用从加速度传感器、GPS多普勒或者GPS中选择的两种以上的方式测量机体高度。

[0032] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,所述无人机控制方法还包括重量测量步骤,在所述速度调整步骤中,根据测量出的机体重量来调整所述给定的极限速度。

[0033] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,在所述重量测量步骤中,基于如下的一个以上的信息来测量所述机体重量:向电动机指示的目标转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;向电动机指示的目标转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;等速水平飞行时的机体前倾角度;以及所搭载的药剂的液量。

[0034] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,所述无人机控制方法还包括在给定时间以上无法利用GPS时使机体维持为悬停状态或者使机体着陆的步骤。

[0035] 另外,本发明提供一种无人机控制方法,由此解决上述课题,所述无人机控制方法还包括控制为使多个GPS接收机分别使用不同的GPS卫星的步骤。

[0036] 另外,本发明提供如下的无人机控制程序,由此解决上述课题,该无人机控制程序使计算机执行如下命令:高度测量命令,测量机体高度;以及高度调整命令,调整机体高度,以使所述测量出的机体高度不超过给定的极限高度。

[0037] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述高度测量命令包括使用从声纳、气压传感器、加速度传感器、激光、GPS中选择的两种以上的方式测量机体高度的命令。

[0038] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述高度测量命令包括如下命令:在起飞时使用GPS测量机体高度,在农场上空移动的过程中使用声纳测量机体高度。

[0039] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述高度测量命令包括如下命令:在正使用GPS测量机体高度时,调整所述机体高度,以使所述机体高度不超过比所述给定的极限高度低的第二极限高度。

[0040] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述高度测量命令还包括测量机体的上升速度的命令,在所述高度调整命令中,还包括命令:调整所述机体高度,以使所述上升速度不超过给定的极限上升速度。

[0041] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述无人机控制程序

还使计算机执行测量机体重量的重力测量命令,所述高度调整命令包括根据所述测量出的机体重量来调整所述给定的极限高度的命令。

[0042] 另外,本发明提供如下的无人机控制程序,由此解决上述课题,该无人机控制程序使计算机执行如下命令:速度测量命令,测量机体速度;以及速度调整命令,调整机体速度,以使所述测量出的机体速度不超过给定的极限速度。

[0043] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述速度测量命令使用从加速度传感器、GPS多普勒或者GPS中选择的两种以上的方式测量机体高度。

[0044] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述无人机控制程序还使计算机执行测量机体重量的重量测量命令,所述速度调整命令包括根据所述测量出的机体重量来调整所述给定的极限速度的命令。

[0045] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述重量测量命令基于如下一个以上的信息来测量所述机体重量:向电动机指示的目标转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;向电动机指示的目标转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过加速度传感器测量出的加速度的关系;旋转翼的转速与通过GPS坐标测量出的加速度的关系;等速水平飞行时的机体前倾角度;以及所搭载的药剂的液量。此外,在上述无人机、无人机控制方法、无人机控制程序中,在超过给定时间以上无法接收GPS电波的情况下,优选将机体置于悬停状态。

[0046] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述无人机控制程序还使计算机执行如下命令:在给定时间以上无法利用GPS时,使机体维持为悬停状态或者使机体着陆。

[0047] 另外,本发明提供一种无人机控制程序,由此解决上述课题,所述无人机控制程序还包括控制为使多个GPS接收机分别使用不同的GPS卫星的命令。

[0048] 此外,计算机程序能够通过经由互联网等网络的下载进行提供或记录在CD-ROM等的计算机可读取的各种记录介质中进行提供。

[0049] 发明效果

[0050] 提供即使在自主飞行时也能够维持高安全性的农业用无人机(无人飞行器)。

附图说明

[0051] 图1是本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的俯视图。

[0052] 图2是本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的主视图。

[0053] 图3是本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的右侧视图。

[0054] 图4是使用本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的药剂播撒系统的整体概念图的示例。

[0055] 图5是表示本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的控制功能的示意图。

具体实施方式

[0056] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式进行说明。附图均为例示。

[0057] 图1中示出本发明所涉及的无人机(100)的实施例的俯视图,图2中示出其的(从行进方向侧观察)主视图,图3中示出其的右侧视图。此外,在本说明书中,无人机是指与动力

单元(电力、原动机等)、操纵方式(是无线还是有线、以及是自主飞行型还是手动操纵型等)无关而具有多个旋转翼或飞行单元的所有飞行器。

[0058] 旋转翼(101-1a、101-1b、101-2a、101-2b、101-3a、101-3b、101-4a、101-4b)(也被称为转子)是用于使无人机(100)飞行的单元,考虑到飞行的稳定性、机体尺寸以及电池消耗量的平衡,优选具备8台(2级构成的旋转翼为4套)。

[0059] 电动机(102-1a、102-1b、102-2a、102-2b、102-3a、102-3b、102-4a、102-4b)是使旋转翼(101-1a、101-1b、101-2a、101-2b、101-3a、101-3b、101-4a、101-4b)旋转的单元(典型地是电动机,但也可以是发动机等),优选相对于一个旋转翼设置有1台。为了无人机的飞行的稳定性等,优选1套内的上下的旋转翼(例如,101-1a和101-1b)以及与它们对应的电动机(例如,102-1a和102-1b)的轴位于同一直线上且彼此向相反方向旋转。此外,一部分的旋转翼(101-3b)以及电动机(102-3b)虽然未图示,但其位置是不言自明的,如果有左侧视图,则处于示出的位置。如图2及图3所示,用于对为了使转子不与异物干扰而设置的螺旋桨防护件进行支承的放射状的构件优选不是水平而是塔架状的构造。这是为了在碰撞时防止该构件向转子侧压曲变形,防止对转子产生干扰。

[0060] 药剂喷嘴(103-1、103-2、103-3、103-4)是用于将药剂朝向下方向播撒的单元,优选具备4台。此外,在本申请说明书中,所谓药剂,一般是指农药、除草剂、液肥、杀虫剂、种子以及水等在农场播撒的液体或粉体。

[0061] 药剂罐(104)是用于保管待播撒的药剂的罐,从重量平衡的观点出发,优选设置在靠近无人机(100)的重心的位置且比重心低的位置。药剂软管(105-1、105-2、105-3、105-4)是将药剂罐(104)与各药剂喷嘴(103-1、103-2、103-3、103-4)连接的单元,由硬质的原材料构成,也可以兼具支承该药剂喷嘴的作用。泵(106)是用于将药剂从喷嘴喷出的单元。

[0062] 图4中示出使用本发明所涉及的无人机(100)的药剂播撒用途的实施例的系统的整体概念图。本图为示意图,比例尺不准确。操纵器(401)是用于通过使用(402)的操作将指令发送给无人机(100)并且显示从无人机(100)接收到的信息(例如,位置、药剂剂量、电池剩余量、相机影像等)的单元,可以通过运行计算机程序的一般的平板终端等便携信息设备实现。本发明所涉及的无人机(100)被控制为进行自主飞行,但优选在起飞、返回等基本操作时以及紧急时能够进行手动操作。除便携信息设备之外,也可以使用具有紧急停止专用的功能的紧急用操作器(未图示)(紧急用操作器优选为具备大型的紧急停止按钮等的专用设备,以便在紧急时能够迅速地采取应对)。操纵器(401)和无人机(100)优选进行基于Wi-Fi等的无线通信。

[0063] 农场(403)是作为无人机(100)的药剂播撒的对象的农田、田地等。实际上,存在农场(403)的地形复杂,事先无法获得地形图的情况或者地形图与现场的状况有差异的情况。通常,农场(403)与房屋、医院、学校、其他作物农场、道路、铁道等相邻。另外,有时在农场(403)内也存在建筑物、电线等障碍物。

[0064] 基站(404)是提供Wi-Fi通信的母机功能等的装置,作为RTK-GPS基站发挥功能,优选能够提供无人机(100)的准确的位置(也可以是Wi-Fi通信的母机功能与RTK-GPS基站是独立的装置)。营农云(405)是典型地在云服务上运营的计算机组和相关软件,优选与操纵器(401)通过移动电话线路等无线连接。营农云(405)可以进行用于分析无人机(100)拍摄到的农场(403)的图像,并掌握作物的生长状况,从而决定飞行路径的处理。另外,也可以将

保存的农场(403)的地形信息等提供给无人机(100)。此外,也可以积累无人机(100)的飞行以及拍摄影像的历史记录,并进行各种分析处理。

[0065] 通常,无人机(100)从位于农场(403)的外部的出发到达地点(406)起飞,并在农场(403)播撒药剂之后或者在需要补充药剂或充电等时返回到出发到达地点(406)。从出发到达地点(406)到目标的农场(403)的飞行路径(进入路径)可以由营农云(405)等事先保存,也可以由使用者(402)在起飞开始前输入。

[0066] 图5中示出表示本发明所涉及的药剂播撒用无人机的实施例的控制功能的示意图。飞行控制器(501)是负责无人机整体的控制的构成要素,具体而言,可以是包括CPU、存储器、相关软件等的嵌入式计算机。飞行控制器(501)基于从操纵器(401)接收到的输入信息以及从后述的各种传感器得到的输入信息,通过ESC(Electronic Speed Control,电子速度控制)等控制单元,控制电动机(102-1a、102-1b、102-2a、102-2b、102-3a、102-3b、104-a、104-b)的转速,由此控制无人机(100)的飞行。优选为电动机(102-1a、102-1b、102-2a、102-2b、102-3a、102-3b、104-a、104-b)的实际的转速被向飞行控制器(501)反馈并能够监视是否进行了正常的旋转的构成。或者,也可以是在旋转翼(101)设置光学传感器等而旋转翼(101)的旋转被向飞行控制器(501)反馈的构成。

[0067] 飞行控制器(501)使用的软件优选为为了功能扩展、变更、问题修正等而能够通过存储介质等或通过Wi-Fi通信、USB等通信单元进行改写。在该情况下,为了不进行基于不正当的软件的改写,优选进行基于加密、校验和、电子签名、病毒检测软件等的保护。另外,飞行控制器(501)在控制中使用的计算处理的一部分可以通过存在于操纵器(401)上或者营农云(405)上、其他场所的其他的计算机执行。飞行控制器(501)的重要性较高,因此其构成要素的一部分或者全部可以双重化。

[0068] 电池(502)是向飞行控制器(501)以及无人机的其他构成要素供给电力的单元,优选为充电式。优选电池(502)经由包括保险丝或断路器等电源组件与飞行控制器(501)连接。电池(502)优选为除了电力供给功能之外,还具有将其内部状态(蓄电量、累计使用时间等)向飞行控制器(501)传递的功能的智能电池。

[0069] 优选飞行控制器(501)经由Wi-Fi子机功能(503),进而经由基站(404)与操纵器(401)进行信息交换,从操纵器(401)接收必要的指令,并且将必要的信息向操纵器(401)发送。在该情况下,优选对通信实施加密,能够防止窃听、冒充、设备的盗用等不正当行为。优选基站(404)除了基于Wi-Fi的通信功能之外,还具备RTK-GPS基站的功能。通过将RTK基站的信号与来自GPS定位卫星的信号进行组合,由此通过GPS模块(504),能够以数厘米程度的精度对无人机(100)的绝对位置进行测定。GPS模块(504)的重要性较高,因此优选进行双重化/多重化,另外,为了应对特定的GPS卫星的故障,优选控制经冗余化的各个GPS模块(504)以使用其他的卫星。

[0070] 加速度传感器(505)是测定无人机机体的加速度的单元(而且,是通过加速度的积分计算速度的单元),优选为6轴传感器。可以代替加速度传感器(505)或者在此基础上使用6轴陀螺仪传感器、3轴角度传感器或这两者。地磁传感器(506)是通过地磁的测定来测量无人机机体的方向的单元。气压传感器(507)是测定气压的单元,也能够间接地测定无人机的高度。激光传感器(508)是利用激光的反射来测定无人机机体与地表的距离的单元,优选使用IR(红外线)激光。声纳(509)是利用超声波等的声波的反射来测定无人机机体与地表的

距离的单元。这些传感器类可以根据无人机的成本目标、性能要件而进行取舍选择。另外,也可以追加用于测定机体的倾斜度的陀螺仪传感器(角速度传感器)、用于测定风力的风力传感器等。另外,这些传感器类优选进行双重化或多重化。在存在同一目的的多个传感器的情况下,飞行控制器(501)可以仅使用其中的一个,并在其发生了故障时,切换为替代的传感器来使用。或者,也可以同时使用多个传感器,在各自的测定结果不一致的情况下,视为发生了故障。

[0071] 流量传感器(510)是用于测定药剂的流量的单元,优选设置于从药剂罐(104)到药剂喷嘴(103)的路径的多个场所。液体不足传感器(511)是检测药剂的量为给定的量以下的情况的传感器。多光谱相机(512)是拍摄农场(403)并取得用于图像分析的数据的单元。障碍物检测相机(513)是用于检测无人机障碍物的相机,由于图像特性和透镜的朝向与多光谱相机(512)不同,因此优选是与多光谱相机(512)不同的设备。开关(514)是用于供无人机(100)的使用者(402)进行各种设定的单元。障碍物接触传感器(515)是用于检测无人机(100)、特别是其转子、螺旋桨防护件部分与电线、建筑物、人体、树木、鸟或者其他的无人机等障碍物接触的传感器。盖传感器(516)是检测无人机(100)的操作面板或内部保养用的盖为开放状态的传感器。药剂注入入口传感器(517)是检测药剂罐(104)的注入入口为开放状态的传感器。这些传感器类可以根据无人机的成本目标、性能要件进行取舍选择,也可以进行双重化/多重化。另外,也可以在无人机(100)外部的基站(404)、操纵器(401)或者其他场所设置传感器,将读取的信息向无人机发送。例如,也可以在基站(404)设置风力传感器,将与风力/风向相关的信息经由Wi-Fi通信向无人机(100)发送。

[0072] 飞行控制器(501)对泵(106)发送控制信号,并进行药剂喷出量的调整、药剂喷出的停止。优选为泵(106)的当前时间点的状况(例如,转速等)被反馈至飞行控制器(501)的构成。

[0073] LED是用于向无人机的操作者通知无人机的状态的显示单元。也可以代替LED或者在此基础上使用液晶显示器等显示单元。蜂鸣器(518)是用于通过声音信号通知无人机的状态(特别是错误状态)的输出单元。Wi-Fi子机功能(519)与操纵器(401)不同,例如是为了软件的传送等而与外部的计算机等进行通信的可选的构成要素。也可以代替Wi-Fi子机功能或者在此基础上,使用红外线通信、Bluetooth(注册商标)、ZigBee(注册商标)、NFC等其他的无线通信单元或者USB连接等的有线通信单元。扬声器(520)是通过已录音的人声、合成声音等通知无人机的状态(特别是错误状态)的输出单元。根据天气状态,有时难以看到飞行中的无人机(100)的视觉上的显示,因此在这样的情况下,基于声音的状况传递是有效的。警告灯(521)是通知无人机的状态(特别是错误状态)的闪光灯等的显示单元。这些输入输出单元可以根据无人机的成本目标、性能要件进行取舍选择,也可以进行双重化/多重化。

[0074] 在通过自主飞行进行药剂等的播撒的农业用无人机中,为了维持安全性,维持无人机的高度以及速度的上限是极其重要的。这是因为使用者(402)并非始终贴于操纵器(401)来操纵无人机(100)。在无人机(100)的高度超过给定的高度时,存在万一落下时的地面碰撞时的冲击超过安全限制的可能性(存在万一与人碰撞时给予严重的损害的可能性)。此外,为了使向作为目标的农场外的药剂的飞散(迁移)最小化,也希望限制高度。同样地,在无人机(100)的速度超过给定的速度时,也可能在安全方面成为大的问题。除了落下时,

也存在与障碍物(尤其是人)碰撞时的冲击超过安全基准的可能性。

[0075] 为了遵守安全基准,本发明所涉及的无人机(100)优选具备用于作为飞行控制器(501)的输入的高度测量单元、速度测量单元或者这两者。此外,也可以具备重量测量单元。飞行控制器(501)将这些测量到的信息作为输入,控制电动机(102),以使无人机(100)不超过给定的限制高度、给定的限制速度或者这两者。

[0076] (高度测量)

[0077] 本发明所涉及的无人机(100)优选使用多个传感器来测量机体高度。在高度的测量中,可以使用GPS(504)、加速度传感器(505)、气压传感器(507)、声纳(509)、激光传感器(508)的组合。另外,也可以通过在多光谱相机(512)或者障碍物检测用相机(513)中具备被动方式的自动对焦功能来测量对地距离。在该情况下,优选测量器、传感器为了防备故障而双重化或者多重化。双重化/多重化可以通过使用多个同种传感器来进行,也可以通过并用多个方式的传感器来进行,还可以通过这两者来进行。

[0078] 例如,声纳(509)在农场(403)为地面的情况下能够进行准确的测量,但在农场(403)为水面的情况下难以进行准确的测量(在该情况下,激光传感器(508)是合适的)等,根据测量方式有擅长和不擅长的情况,因此优选并用多个方式的传感器。另外,在GPS的电波的干扰或基站的异常等发生的情况下,假设即使将GPS(504)多重化也会成为整体故障,因此优选还具备GPS以外的高度测量单元。

[0079] 尤其优选在起飞时的初始高度测量中使用GPS(504),在飞行中使用声纳(509)。这是因为GPS(504)能进行最准确的测量,但只能测量绝对高度,因此在存在用水路等凹凸的农场(403)中无法测量准确的对地高度,与之相对,声纳(509)测量相对于地面的距离,因此能够测量对地高度。也可以在水平飞行中进行基于GPS(504)和声纳(509)这两者的测量并对结果进行比较,在其差为给定的阈值(例如10厘米)以内时,在高度测量中使用GPS(504)的测量值,在超过给定的阈值时,判断为农场(403)的凹凸大,在高度测量中,使用声纳(509)的测量值。

[0080] 此外,GPS(504)是为了无人机的飞行位置的把握而无论如何都不可缺少的功能,因此优选在起飞时GPS(504)由于故障或干扰等而不起作用的情况下,进行禁止无人机的起飞的控制(互锁)。另外,在飞行中由于来自GPS卫星的电波被屏蔽而暂时不能接收、因发生通信干扰而不能接收、基站(404)发生异常等而GPS不起作用的情况下,优选进行使无人机(100)在原地上空停止(悬停)的控制。在经过给定时间后GPS也不起作用的情况下,也可以进行停止悬停并在原地使无人机(100)在原地软着陆或者返回出发到达地(406)等控制。此时,也可以在收发器(401)上显示错误消息,并询问操作者(402)的指示。

[0081] 通过将由这些高度测量单元测量出的高度信息作为无人机(100)的飞行控制单元的输入,从而即使没有基于人的目视的操纵,也能够使无人机(100)在由法规、安全基准等规定的限制高度内飞行。

[0082] 在通过GPS(504)测量高度的情况下,与通过声纳(509)进行测量的情况相比,优选较低地设定限制高度。这是因为相对于GPS测量无人机(100)的高度的绝对值,声纳(509)测量无人机(100)与地表的距离,因此优选考虑地形的高低而使限制高度具有富余。例如,在使用声纳(509)的测量时的限制高度为2米的情况下,可以将使用GPS(504)的测量时的限制高度设为1.5米。

[0083] 除无人机(100)的绝对的高度的限制之外,还可以限制上升速度(高度的单位时间的变化)。这是因为若不限上升速度,则存在由于传感器的测量的延迟以及飞行控制器(501)的处理的延迟等而导致无人机(100)暂时超过限制高度的风险。在该情况下,在通过GPS(504)测量高度的情况下,与通过声纳(509)等其他方法测量高度的情况相比,可以将上升速度的上限值设定得较低。这是因为GPS(504)有时由于电波的干扰或定位卫星的状况而暂时无法测量,因此无人机暂时超过限制高度的风险变高。

[0084] (速度限制)

[0085] 本发明所涉及的无人机(100)可以使用多个传感器测量机体速度。在速度的测量中,可以使用加速度传感器(505)(通过加速度的积分获取速度)、GPS多普勒(504-3)(利用软件对来自多个GPS基站的电波的相位差进行处理,由此能够测量机体速度)或者由GPS(504)测量出的绝对坐标的变化等。在该情况下,为了防备故障,优选测量器、传感器双重化或者多重化。双重化或者多重化优选不仅在同一方式内进行,并且在不同方式间进行。这是因为例如在GPS由于电波干扰、定位卫星的障碍而无法利用的情况下,在仅使GPS双重化的情况下,会成为整体障碍。

[0086] 通过将由这些高度测量单元测量出的速度信息作为飞行控制器(501)的输入,即使没有基于人的目视的操纵,也能够使无人机(100)在由法规、安全基准等规定的限制速度内(例如,时速20Km)飞行。

[0087] (重量测量)

[0088] 在典型的利用无人机(100)进行农药播撒的情况下,药剂的重量为10公斤以上。由于仅机体部分的重量典型地就为25公斤左右,因此在播撒开始时与播撒结束临近时整体重量产生大的差。也可以根据整体重量的变化,调整无人机(100)的高度以及速度。例如,根据安全基准,如果规定了无人机(100)的自然落下时在地表的冲击力,则冲击力由高度、速度、重量决定(与速度的平方成比例,与高度和重量成比例),因此在机体重量轻时,也可以提高限制高度。同样地,在机体重量轻时,也可以提高限制速度。另外,也可以在飞行速度快时,将限制高度设定得较低,在飞行高度高时,将限制速度设定得较慢。

[0089] 机体重量可以使用由加速度传感器(505)测量出的加速度或者由GPS多普勒(504-3)或GPS(504)等单元测量出的作为速度的微分值的加速度来推定。如果为上升时,若将电动机(102)的推力设为 T ,将重力加速度设为 g ,将测量出的机体的加速度设为 α ,则机体整体的重量 M 被求出为 $M=T/(\alpha+g)$ 。电动机(102)的推力 T 由电动机的转速决定,飞行控制器(501)能够测量电动机转速,因此能够推定机体的重量。另外,在无法直接测量电动机转速的情况下,飞行控制器(501)也可以将向电动机(102)指示的目标转速视为电动机转速,根据其来推定推力。

[0090] 另外,也可以通过测量等速水平飞行中的无人机(100)的机体的倾斜度来推定机体重量。机体的倾斜度可以通过具备陀螺仪传感器来直接测量,也可以通过对角速度传感器的测量值进行积分来推定。在等速水平飞行中,机体的空气阻力、重力、旋转翼产生的推力是平衡的。空气阻力是机体的飞行速度的函数,旋转翼产生的推力是电动机的转速的函数,重力是机体重量的函数,因此如果机体的倾斜度、电动机的转速、机体的飞行速度是已知的,则能够推定重量。此外,也可以设置风力传感器,通过风力和风向来校正空气阻力系数。

[0091] 另外,由于在飞行中重量发生变化的最大的因素是药剂的量,因此也可以通过利用药剂罐中的液位传感器测量药剂的液面的高度来测量药剂的剩余量,并根据其来推定机体整体的重量。在该情况下,也可以通过在药剂罐中具备水压传感器,并推定药剂罐中的药剂的重量,由此来推定机体整体的重量。

[0092] 尽管对以药剂播撒为目的的无人机的实施例进行了说明,但本发明也能够适用于不进行药剂播撒而是例如进行相机所执行的生长监视的农业用无人机以及一般的无人机。

[0093] (本发明的技术上的显著效果)

[0094] 根据本发明,能够通过将自主飞行型的农业用药剂播撒无人机的高度、速度或者这两者维持在给定的范围内来提高安全性。尤其是即使在人始终不关注而使其自主飞行的状态下,也能够同样地达到提高安全性的目的。通过多重化构成,即使在暂时无法使用特定的传感器(例如,GPS)的情况下,也能够继续使用。由于根据伴随着药剂消耗的机体重量的变化能够调整限制高度和限制速度,因此能够进行高效的药剂播撒。

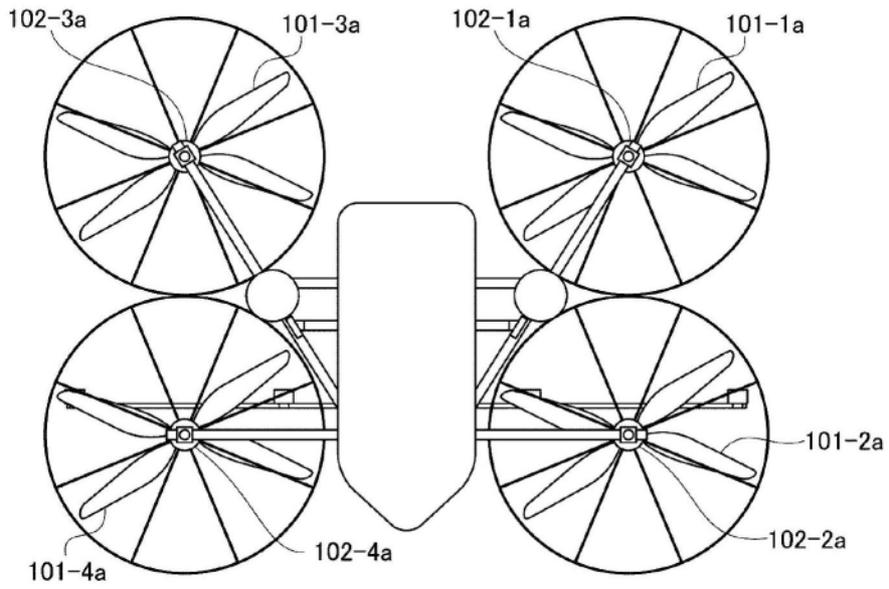


图1

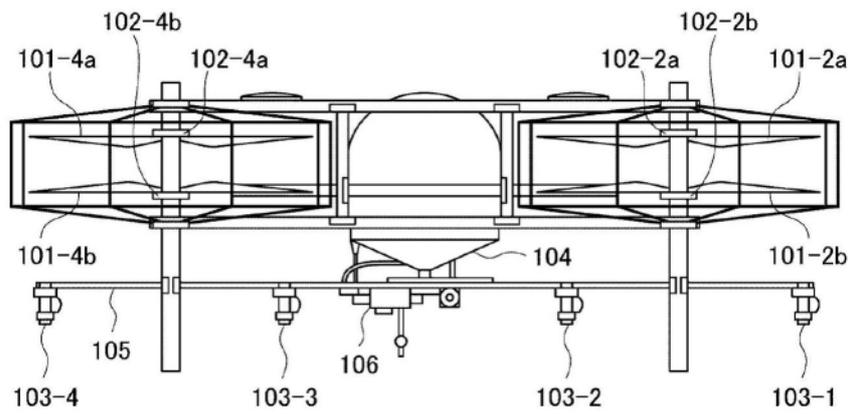


图2

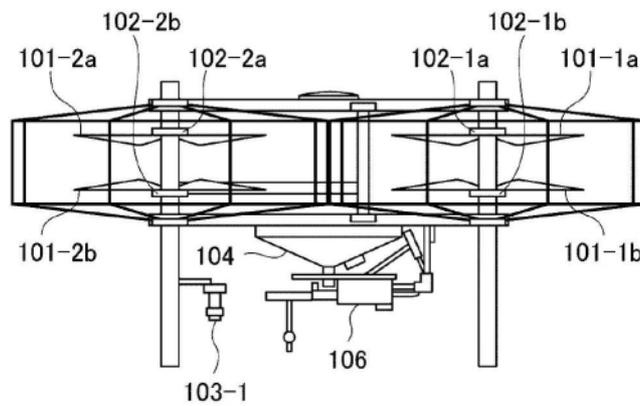


图3

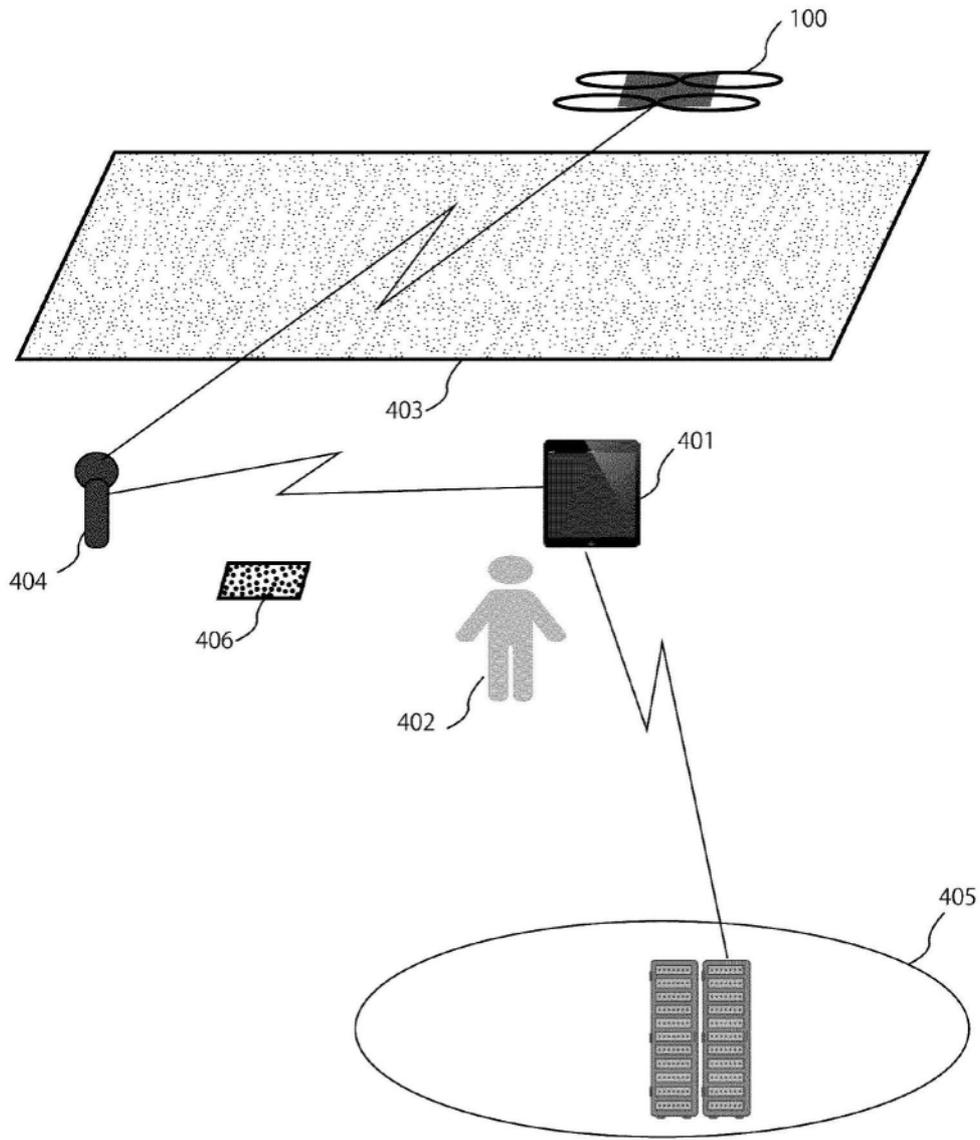


图4

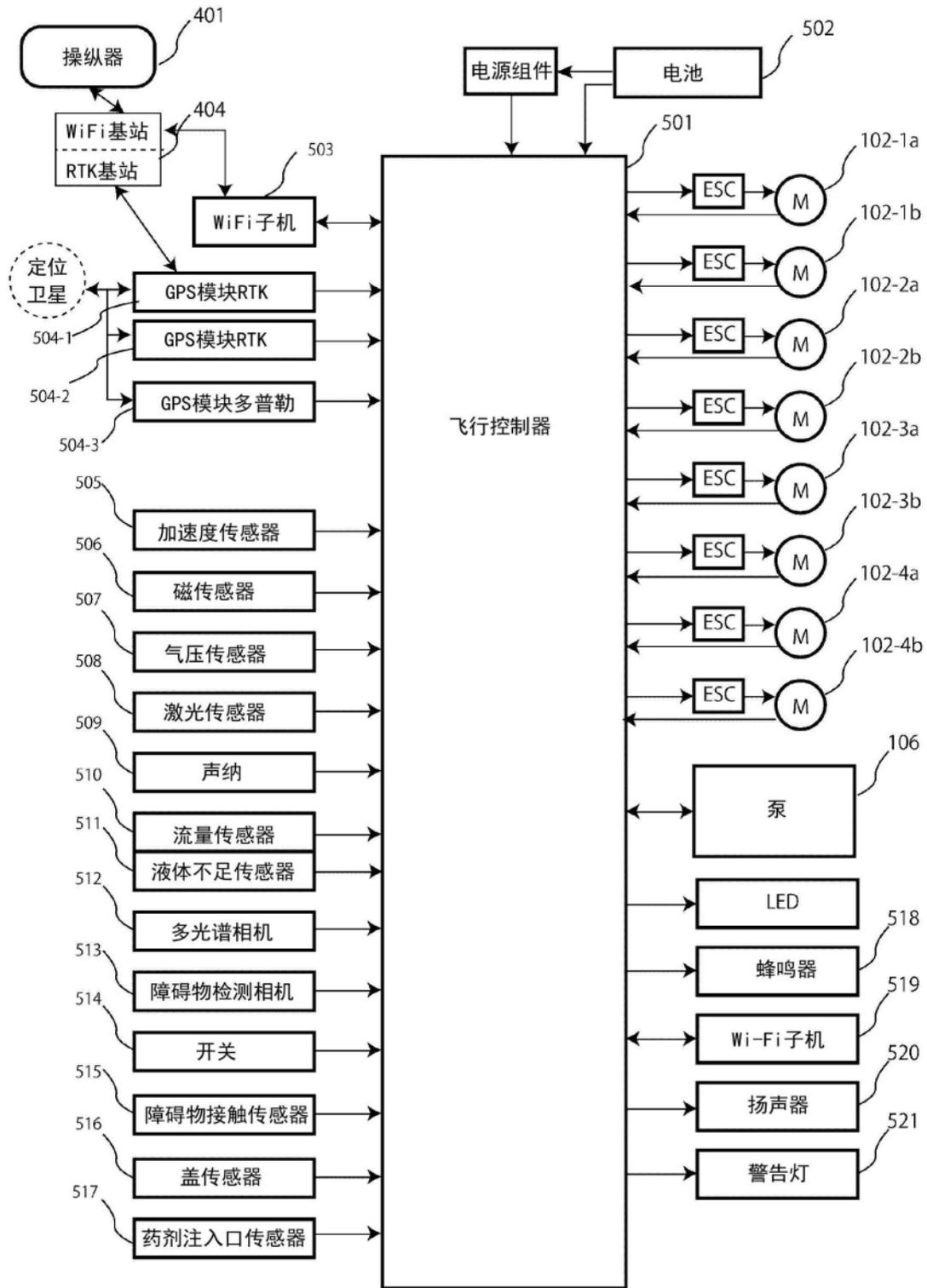


图5