(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119486590 A
(43)申请公布日 2025.02.18

(21)申请号 202380051824.9

(22)申请日 2023.07.06

(30)优先权数据
CH000815/2022 2022.07.08 CH

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.03

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CH2023/050024 2023.07.06

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/007088 DE 2024.01.11

(71)申请人 凯米斯彼得研究股份公司
地址 瑞士

(72)发明人 罗尔夫·盖莱

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 赵金强 汪洋

(51)Int.Cl.
A01M 7/00(2006.01)

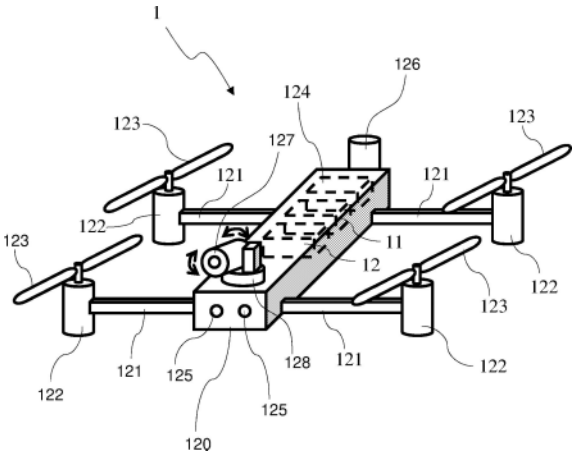
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

用于控制植物上的害虫的系统

(57)摘要

一种用于控制位于农业区域中的植物上的害虫的系统包括被配置成自主飞行至植物的一群无人机(1)以及用于控制无人机(1)的控制装置。控制装置和无人机(1)配备有用于相互交换数据的通信装置。无人机(1)配备有用于检测植物上的害虫侵扰的传感器(125)以及适于害虫控制的激光器装置(127),并且被配置成通过激光器装置(127)对所检测到的害虫侵扰实现有针对性的控制。



CN 119486590 A

1.一种用于控制位于农业区域中的植物上的害虫的系统,所述系统具有:

一群无人机(1),被配置成自主地飞行至植物,并且均配备有用于检测害虫侵扰的传感器(125),以及

控制装置(2;2';200;300;400),所述控制装置用于控制所述无人机(1),其中所述控制装置(2;2';200;300;400)和所述无人机(1)配备有用于相互交换数据的通信装置(12,22;22'),其特征在于,所述无人机(1)配备有适于害虫控制的激光器装置(127),并且被配置成通过所述激光器装置(127)对所检测到的害虫侵扰实现有针对性的控制。

2.根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述激光器装置(127)具有可自动调整的光学系统,通过所述可自动调整的光学系统,焦点是可调整的。

3.根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于,所述控制装置(2;2';200;300;400)被配置成限定待处理的农业目标区域(1000),并且将所述区域传达给所述无人机(1),所述无人机(1)被配置成飞行至所限定的目标区域(1000)内的植物。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)被配置成直接或者经由所述控制装置(2;2';200;300;400)彼此通信。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)被配置成将所述无人机的传感器(125)捕获的数据传输到所述控制装置(2;2';200;300;400);以及所述控制装置(2;2';200;300;400)被配置成分析由所述无人机(1)传输的数据,并且随后向所述无人机(1)传输控制信息。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)具有25cm的最大尺寸和/或500g的最大起飞重量。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)配备有位置确定装置(126)。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)具有定向布置器(128),所述定向布置器用于相对于目标物体定向所述激光器装置(127)。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的系统,其特征在于,所述无人机(1)配备有电气能量储存装置(124);所述系统具有用于所述无人机(1)的所述能量储存装置(124)的至少一个充电装置(202;302;402);并且在所述无人机的能量储存装置(124)需要充电的情况下,所述无人机(1)被配置成中断所述无人机的活动,自主飞行至所述至少一个充电装置(202;302;402),为所述无人机的能量储存装置(124)充电,并且一旦所述无人机的能量储存装置(124)已经充满电,就自动恢复所述无人机的活动。

10.根据权利要求9所述的系统,其特征在于,所述系统具有用于所述无人机(1)的至少一个着陆平台(203;303;403);所述着陆平台(203;303;403)为多个无人机(1)提供空间;以及所述至少一个充电装置(202;302;402)集成在所述着陆平台(203;303;403)中。

11.根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述着陆平台(203;303;403)具有用于向所述至少一个充电装置(202;302;402)供应能量的电气充电能量储存装置(23;23')。

12.根据权利要求11所述的系统,其特征在于,所述着陆平台(203;303;403)具有光伏板或者本身被配置为光伏板,并且所述充电能量储存装置(23;23')能够通过所述光伏板充电。

13.根据权利要求10至12中任一项所述的系统,其特征在于,所述着陆平台(303)是可

移动的。

14.根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述着陆平台(303)是自行推进的。

15.根据权利要求1至14中任一项所述的系统,其特征在于,所述控制装置(2)的至少一些功能被实现为在互联网中的服务器上提供的软件。

用于控制植物上的害虫的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据独立专利权利要求1的前序部分所述的害虫控制系统。

背景技术

[0002] 为了确保农产品的可持续生产,必须全面保护有用植物免受各种害虫的侵害,并且随着对农产品的需求不断增长,这对全人类来说变得越来越重要。出于环境保护的原因,趋势是远离化学植物保护产品,转而使用害虫控制的物理方法。

[0003] 2016年7月20日发表在MIT Technology Review(麻省理工技术评论)中的Michal Mazur的文章《Six Ways Drones Are Revolutionizing Agriculture(无人机正在以六种方式改变农业)》描述了使用无人机进行农业工作的可能性。该文章提到,配备有合适的传感器和设备的无人机可以用于例如土壤/田地监测、种植、产量评估、灌溉、植物健康评估等。该文章还提到作物中的害虫控制,其中无人机用于用化学品对植物进行有针对性的喷洒。无人机还可以被配置用于不同的任务,并且也可以使用一群无人机。

[0004] 2018年11月10日发表在Knowablemagazin.org上的Rachel Ehrenberg的文章《Eyes in the sky: 5 ways drones will change agriculture(天空之眼:无人机将以5种方式改变农业)》"描述了无人机未来在农业工作中的可能用途。该文章提到,配备有合适的传感器的无人机可以例如用于检测葡萄园中葡萄的成熟度、用于检测种植区域中的不良植物、用于检测灌溉需求、用于检测不健康的植物或自由漂浮的病原体、以及例如用于对牛进行计数或者用于对进花行人工授粉。没有描述配备有无人机的系统的具体形式。

[0005] EP 3 500 877 B1描述了一种用于收获果实的系统,其中配备有摄像头的无人机在工作区域内检测并采摘成熟的果实。还提到了使用多个无人机。

[0006] 发表在Produktionstechnik Hannover的News Portal phi上的文章《Licht statt Chemie(光而非化学品)》描述了一种用于作物植物的田地中的杂草控制的系统的基本概念,该系统使用激光辐射而不是化学处理来部分消灭杂草,至少至杂草不再损害作物植物的发育的程度。该文章提到,可以使用电子图像识别方法来区分作物植物和杂草。作为展望,它还提到激光还可以用于例如植物育种中的害虫控制。

[0007] US 2019/0031346 A1公开了一种通过无人机来控制位于农业区域中的植物上害虫的系统,在该系统中,通过用农药进行喷洒来实现害虫控制。

发明内容

[0008] 本发明的根本问题是改进通用类型的害虫控制系统,使得其能够在无需人类干预和不使用农药的情况下控制害虫。该系统应适合在任何农业区域中使用,尤其是包括在混合作物中。

[0009] 通过根据如独立专利权利要求1中定义的本发明的害虫控制系统来解决该问题。将在从属专利权利要求中找到有利的实施例。

[0010] 在本发明的上下文中,害虫控制包括对植物上有害生物及那些生物引起的疾病的

控制,以及对造成滋养损害的害虫的控制。因此,害虫应当被理解为有害生物或造成滋养损害的害虫。

[0011] 本发明的核心如下:一种用于控制位于农业区域中的植物上的害虫的系统包括一群无人机以及用于控制无人机的控制装置。控制装置和无人机配备有用于相互交换数据的通信装置。无人机被配置成自主地飞行至植物,并且均配备有用于检测害虫侵扰的传感器和适于害虫控制的激光器装置,并且被配置成通过激光器装置对所检测到的害虫侵扰实现有针对性的控制。

[0012] 通过一群优选地极其小型的自主操作的无人机,可以全自动地扫描所确定的工作区域以查找害虫,并且可以使用合适的物理手段或机械手段检测和自主控制任何侵扰。一群无人机有利地包括彼此协调操作的大量(范围从数十个到数百个或数千个)小型、轻量且廉价的无人机,无人机的行为类似于一群蜜蜂或蚂蚁,以便以有选择地针对目标植物的方式执行它们的工作,这与传统农业形成对比,在传统农业中,处理在大区域上应用,并且非多样化且无针对性。优选地,无人机仅具有在低于25cm的范围内、优选地在2cm至25cm的范围内或在0.5cm至15cm的范围内的小尺寸。优选地,无人机具有小于500g、优选地在5g至500g的范围内的低最大起飞重量。因此,首先,无人机廉价,这也使允许它们被大量使用,其次,它们也比较重的飞机更安全,因为在发生碰撞时它们对人类和环境造成的风险较小。

[0013] 根据本发明的系统在害虫控制方面的特别的优点是,与通常在大区域上使用并且对受侵扰的植物和未受侵扰的植物同样起作用的传统化学害虫控制方法相比,无人机能够非常有选择性地操作,使得仅处理实际受侵扰的植物或植物的部分。根据本发明的系统还尤其适于在害虫侵扰能够蔓延至其他植物或甚至整个区域之前,在早期阶段发现并控制个别植物中的潜在害虫侵扰,并且相应地总体上促成低影响、低风险和高效的农业。

[0014] 通过使用激光器装置作为控制工具,可以进行非常有针对性的害虫控制。

[0015] 有利地,激光器装置具有可自动调整的光学系统,通过该可自动调整的光学系统,焦点是可调整的。因此,无人机不必飞到距目标物体精确的距离,因为可调整的光学系统允许最佳焦点在目标物体中。

[0016] 优选地,控制装置被配置成限定待处理的农业目标区域并将该目标区域传达给无人机,并且无人机被配置成飞行至所限定的目标区域内的植物,从而允许高效和有针对性的处理。

[0017] 控制装置有利地被配置成控制无人机,使得首先扫描所限定的目标区域以查找害虫侵扰,并且只有一旦完成搜索,控制装置才确定所需的处理,并且将对应的分配传输给选定的无人机以执行期望的处理步骤。

[0018] 根据本发明的系统的特别的优点是检查并且如果需要的话处理个别植物的可能性。这使得种植更多混合作物成为可能,例如代替从生态角度来看具有许多缺点的同质的单一栽培(它们几乎没有生态价值,因为有用生物的多样性几乎得不到支持,并且尤其非常容易受到专攻于个别有用植物或少量有用植物的害虫的影响)。混合作物的特点是将不同的有用植物彼此并排种植和栽培以及间作。个别有用植物从互利(诸如改善养分可用性或由多样化群落形成的更具弹性的生态系统)中获益。通过选择性害虫控制进行传统管理的这种混合作物的缺点、即困难(如果不是不可能的事的话)在根据本发明的系统中不会出现,因为无人机能够在整个混合作物的区域中寻找个别期望的植物并根据需要处理这些植

物。一群相应装备的无人机可以搜索具有多个间作有用植物品种的区域,并且如果需要的话进行害虫控制。

[0019] 优选地,无人机被配置成直接或者经由控制装置彼此通信。这样可以例如避免无人机之间的碰撞。

[0020] 有利地,无人机被配置成将其传感器捕获的数据传输到控制装置,并且控制装置被配置成分析由无人机传输的数据并随后将控制信息传输到无人机。以这种方式,很大一部分控制工作被外包给控制装置,使得移动无人机可以具有更简单且相应地更轻量的构造。

[0021] 每个无人机的传感器或传感器中的至少一个传感器有利地被配置为摄像机。摄像机可以在可见光范围或者红外线或UV范围内操作。代替摄像头或作为其补充,无人机还可以配备有超声波传感器、雷达传感器或激光传感器。例如,这种传感器使得可以检测害虫侵扰或促进无人机的导航。

[0022] 有利地,无人机配备有位置确定装置用于导航。这允许每个无人机的更加有针对性的使用,以及允许更加确切的位置概览。

[0023] 通过每个无人机的激光器装置,可以对目标物体上的生物进行削弱、灭菌、杀死或消灭。

[0024] 有利地,无人机具有用于相对于目标物体定向激光器装置的定向布置器。因此,无论无人机的确切位置如何,都可以对目标物体进行更精确的处理。

[0025] 优选地,无人机是电气操作的,并配备有电气能量储存装置(可再充电电池)。该系统有利地包括用于无人机的能量储存装置的至少一个充电装置。如果其能量储存装置需要充电,无人机有利地被配置成中断其活动、自主地飞行至至少一个充电装置并为其能量储存装置充电。以这种方式,无人机的操作时间实际上不受限制。有利地,无人机被配置成一旦其能量储存装置充满电就会自动恢复其活动。

[0026] 有利地,该系统具有用于无人机的至少一个着陆平台,着陆平台为多个无人机提供空间,并且至少一个充电装置集成在着陆平台中。因此,无人机具有安全的着陆地点,特别是对于充电而言。

[0027] 在有利的实施例中,着陆平台具有用于向至少一个充电装置供应能量的电气充电能量储存装置,并且具有光伏板或者其自身被配置为光伏板,充电能量储存装置可通过光伏板充电。在有利条件下,这允许长时间的能源自给自足操作。

[0028] 有利地,着陆平台是可移动的,特别是自行推进的。这便于现场安装。

[0029] 控制装置(除通信装置外)可以完全设计为虚拟单元(所有数据处理、评估和发出命令/控制均经由互联网中/云中的合适程序),或者可以包括本身具有对应的处理单元的物理中央控制单元或物理分散式控制单元(其甚至可能是无人机本身的一部分)。

[0030] 在这种情况下,一种用于控制无人机的物理中央或分散式控制单元有利地具有处理单元、通信装置和能源供应。

[0031] 优选地,物理中央或分散式控制单元也被配置为具有用于无人机的集成充电装置的储存和着陆平台。

[0032] 有利地,该系统的通信装置被配置成经由电话网络、无线电、蓝牙、无线、IR或激光与装置的各个部分进行相互通信或数据交换。

[0033] 中央控制单元有利地被配置为用于与无人机和(如果适用的话)远程监控单元通信以及用于无人机和(如果适用的话)远程监控单元之间通信的通信中心。

[0034] 有利地,无人机配备有用于为其能量储存装置充电的太阳能电池。由此可以省去单独的充电站。

[0035] 物理中央控制装置有利地是可移动的,使得其能够被运输到部署区域。在这种情况下,中央控制装置有利地被配置成自主地移动到部署区域以及在该部署区域内移动。物理中央控制装置本身也可以能够飞行。

附图说明

[0036] 现在将基于各种示例性实施例并参考附图更详细地描述根据本发明的害虫控制系统,其中:

[0037] 图1是根据本发明的系统的第一示例性实施例的框图;

[0038] 图2是根据本发明的系统的第二示例性实施例的框图;

[0039] 图3至图4示出了根据本发明的系统的控制装置的简化视图,其中无人机处于空闲状态和使用中状态;

[0040] 图5示出了移动控制装置的简化示意图;

[0041] 图6示出了固定位置控制装置的示意图;

[0042] 图7示出了固定位置控制装置在农田中的示例性布置;

[0043] 图8示出了根据本发明的系统的无人机的简化视图;

[0044] 图9至图12示出了无人机不同控制工具的简化视图;

[0045] 图13至图14示出了说明无人机的控制工具的操作模式的视图;以及

[0046] 图15至图18使用混合作物田地的示例示出了根据本发明的系统在田地使用的各个阶段中的示例性实施例的视图。

具体实施方式

[0047] 以下言论适于后面的描述:如果为了附图清楚起见,图中包含了附图标记,但在说明书的直接相关部分中没有提到这些附图标记,则应该参考说明书的前面或者后面部分中对这些附图标记的解释。相反,为了避免附图过于复杂,所有图中均未包含与直接理解不太相关的附图标记。在这种情况下,应该参考其他图。

[0048] 术语“无人机”被理解为是指可以无需机载机组人员、通过内部计算机和/或外部地经由远程控制系统自主操作和导航的无人驾驶飞机。

[0049] 基本上,根据本发明的系统包括多个无人机1、用于无人机1的控制装置2、2’、以及本地计算机3作为最重要的部件。为了清楚起见,附图的图中的无人机无论其构造的具体细节如何,都整体上通过相同的附图标记1表示。图1和图2仅示出了少量的无人机1,但实际上根据本发明的系统包括实质上更大量的无人机1。本地计算机3通常位于系统的操作基地(例如在农业设施处)并且用作与控制装置2、2’交换数据和指令的用户接口。用户经由本地计算机3操作系统。他规划部署、确定部署区域、工作方法、时间表等,并启动和监控部署。此外,这里还进行对已完成的部署进行评估、对位于田地中的无人机的状态进行监控等。

[0050] 在图1的示例性实施例中,控制装置2包括中央控制单元20,中央控制单元20又包

括处理单元21和通信装置22。无人机1各自包括内部控制器11和内部通信装置12。控制装置2与无人机1经由通信装置22以及内部通信装置12彼此通信，使得数据能够在中央控制单元20或其处理单元21与内部控制器11之间相互传输和交换。本地计算机3同样具有用于与中央控制单元20交换数据的通信装置32。

[0051] 在图2的示例性实施例中，控制装置2’具有分散式布局并且包括两个或更多个分散式控制单元20’(在图2中均具有相同的附图标记)，两个或更多个分散式控制单元20’又各自包括处理单元21’和通信装置22’。无人机1被组织成组1’并且再次各自包括内部控制器11和内部通信装置12。每组1’无人机1被分配给分散时控制单元20’之一。各组1’内的无人机1的数量可以相同或不同。分散式控制单元20’与无人机1经由通信装置22’以及无人机1的内部通信装置12彼此通信，使得数据能够在分散式控制单元20’与无人机1之间相互传输和交换。本地计算机3同样经由其通信装置32与分散式控制单元20’通信。分散式控制单元20’与移动无人机1以及与本地计算机3之间的通信当然也可以经由本文未描述的中央通信装置间接实现。

[0052] 分散式控制单元20’各自与相应的专用能源供应一起被配置为独立的物理单元，当系统运行时，这些物理单元被放置在要处理的田地中。每个单元优选地具有用于无人机1的至少一个着陆平台和充电站。

[0053] 无人机1与控制装置2、2’之间的通信优选经由合适的技术(例如无线电、移动电话网络、激光、蓝牙、WiFi)以无线方式实现。

[0054] 本发明的基本概念在于通过众多高度自主操作的无人机来执行期望的农业工作。因此，无人机1设置有特殊工具、尤其是控制工具，借助于这些工具可以执行一种或多种类型的农业工作。此类工作主要包括控制植物上的害虫，但也包括例如收获果实、移除杂草、对花进行授粉、施肥、灌溉、种植种子或幼苗等。无人机1与控制装置2、2’一起形成由通信网络链接的自主系统，用于执行期望的农业工作。系统的“智能”，即无人机的飞行和导航以及控制工具的控制和由无人机捕获的数据的处理及随后为无人机得出指令所必需的功能，在无人机1的内部控制器11与中央控制单元20或分散式控制单元20’之间共享，为此目的所需的大部分处理能力优选地由中央控制单元20或分散式控制单元20’提供，使得无人机1的内部控制器11可以相对不太复杂。

[0055] 根据本发明的重要方面，无人机1是电气操作的。无人机的典型示例在图8中示出。无人机此处例如被配置为四轴飞行器。具有四个可单独控制的旋翼的四轴飞行器无人机只需要相对简单的控制电子器件，并且不需要任何类型的附加可移动控制元件，因为无人机的飞行的所有方向性移动都完全由各个旋翼的速度的协调改变来实现。这相应地能够非常经济地制造大量小型无人机。

[0056] 将理解的是，其他类型的无人机(具有扑翼的扑翼机、配备有主旋翼和尾旋翼的直升机、具有反向旋转旋翼的直升机、或固定翼飞机、或马达驱动的飞艇式无人机等)也可以用作无人机。

[0057] 图8中整体上通过附图标记1表示的无人机包括机身120，机身120上经由吊杆121安装有四个电动马达122，这些马达驱动水平定位的、竖直作用的旋翼123。机身120容纳内部控制器11、内部通信装置12、以及可再充电电池124形式的能量储存装置。

[0058] 无人机1具有使其能够感测环境的传感器125。例如，将传感器配置为在可见范围

内操作的摄像机。然而,有利地,它还可以具有以下传感器,这些传感器在红外范围、UV范围或其他波长范围内操作,使得例如可以基于任何受损害或受害虫侵扰的植物或植物部分的与健康或未受侵扰的植物的热辐射或UV辐射不同的热辐射或UV辐射来检测任何受损害或受害虫侵扰的植物或植物部分,以及检测和甚至识别侵扰。通过相应合适的图像识别系统来实现对(有用的)植物、害虫、果实等的检测。此类系统有利地在配备有适合于此目的的处理能力的中央控制单元20或分散式控制单元20'中实现。因此,无人机1的内部控制单元11本身不需要包含任何复杂的图像识别和分析系统,并且因此可以保持小型和轻量。

[0059] 为了能够一直确定无人机1的位置,其配备有位置确定装置126。这种位置确定装置可以是例如GPS接收器,但也可以是例如陀螺仪辅助系统或利用加速度测量的系统。

[0060] 无人机1还包括控制工具,在此处所示的示例中,控制工具呈激光器装置127的形式,利用激光器装置127,可以根据激光功率和照射时间对害虫进行照射以及相应地杀菌、伤害或甚至消灭。在下文列出并解释其他控制工具。有利地,控制工具或激光器装置127安装在定向布置器128上,该定向布置器128可在一个或多个轴线上定向,并且允许控制工具127独立于无人机1本身的定向和位置相对于期望的目标物体定向。但是,如果无人机的飞行控制器本身也能够通过相对于目标物体定向整个无人机并维持该位置足够长的时间以使控制工具执行并完成其任务来足够精确且确切地在三维空间中准确地定位固定安装的工具,则可以省去这种定向布置器。

[0061] 用作害虫控制的控制工具的激光器装置127被设计成使得它的焦点距激光器装置约1cm至200cm。有利地,激光器装置127具有可自动调整的光学系统(聚焦透镜),通过该光学系统可以在一定范围内根据需要调整焦点。这意味着无人机不需要飞到距目标物体精确的距离,因为可调整的光学系统允许最佳焦点在目标物体中。合适的调整机制与技术标准相对应,并且在此不进一步描述。

[0062] 为了控制有害生物,具有10^{-5}至10^{6} nm的波长的激光器是合适的。为了控制杂草,可以使用例如具有10600nm的波长的CO_2激光器或具有约2000nm的波长的铥光纤激光器。

[0063] 根据无人机1的应用领域,除了控制工具之外,向定向布置器128添加其他辅助物(例如,摄像机或激光测距装置)可以是有利的,这些其他辅助物允许比利用无人机本身的传感器125将可能的更好地识别目标物体,或者允许确定与目标物体的确切距离,这又将允许最佳地调整例如用于害虫控制的激光器装置127的焦点。这种可选的传感器和工具(未示出)同样可以有利地安装在定向布置器上。将理解的是,为无人机配备适合于不同任务的多种工具也是可能的和有利的。例如,这种多用途无人机可以配备有用于害虫控制的激光器装置,并且同时配备有夹持器,例如作为收割和除草的工具。

[0064] 试验表明,即使使用功率为2W且波长为405nm的小型激光器,也可以在范围从仅数毫秒到数秒的时段后,甚至在1米至2米的距离处使有机材料点燃。然而,为了控制有害生物,每单位时间甚至更低的功率就足够了,因为目标生物不一定需要被烧毁,而只需要被伤害至使得它死亡或无法再繁殖的程度。这在图13中以简化的图解形式示出。使用通过聚焦透镜127a聚焦到小点上的激光束127b,可以伤害植物1100上小区域的有害生物1101,即使使用例如持续时间为0.1秒的短激光脉冲也是如此。与之相比,图14示出了植物1200上更大区域的害虫侵扰1201,该植物1200被同一激光器装置127用激光束127c照射,该激光束127c由聚焦透镜127a广泛/漫射地聚焦。在这种情况下,需要例如3秒的相当长的照射时间,以便

将足够的激光能量施加到有害生物1201的整个表面并伤害该生物。

[0065] 有利地,工作工具(尤其是激光器装置127)安装在无人机1上,使得该工具可以竖直地且水平地作用于尽可能大的区域,而无需通过对应的飞行操控来对无人机本身进行定向。

[0066] 根据应用领域,其他控制工具也是可能的。对于收获果实(例如浆果和坚果,但根据无人机的大小,也有更大的果实和蔬菜),适当构造的抓取工具作为控制工具是有利的,如果需要,用钳子或剪刀或附加的激光器装置取代或补充,该附加的激光器装置能够切割植物的部分,例如果实或叶的茎。

[0067] 图9至图12以非常简化的形式示出了无人机1的用于多种农业任务的不同控制工具。

[0068] 如图8一样,图9示出了被设计用于害虫控制的激光器装置127,激光器装置127安装在定向布置器128上,激光器装置127可通过定向布置器128相对于目标物体进行定向。例如可调整透镜系统形式的聚焦装置127a允许激光束根据需要聚焦到限定的点上或限定的区域上(在这方面,也参见与图13和图14有关的评论)。

[0069] 图10示出了夹持器131形式的机械控制工具,夹持器131安装在微型机器人臂130上,微型机器人臂130又安装在定向布置器128上。夹持器131被配置成例如能够夹持、移除和运输植物、果实等的部分。

[0070] 图11示出了被专门设计用于对花进行授粉的、授粉刷132形式的控制工具,授粉刷132安装在微型机器人臂130上。使用授粉刷132,花粉可以从一朵花被运输到一朵或多朵其他花,花粉在一朵或多朵其他花那里沉积。在这种情况下,微型机器人臂130也安装在定向布置器128上。

[0071] 图12示出了用于选择性地分配流体(例如水、肥料、特殊杀虫剂、植物保护产品)的计量装置133形式的控制工具。计量装置133安装在机器人臂130上并且经由流体管线134连接到流体储器135,机器人臂130又安装在定向布置器128上。计量装置133可以以精确的量和高准确性将流体分配在期望的目标位置处。当然,可以使用所有常见的用于流体和固体的计量装置(移液器、预填充筒、计量容器等)。当然,根据应用领域,也可以省去各个辅助装置。例如,如果无人机1本身在技术上被配置成使得其可以被定位成使得固定安装的控制工具可以以足够的准确性和精确性相对于目标物体进行定向和定位,则可以没有定向布置器128。

[0072] 根据特定应用,无人机的旋翼的排出空气本身可以用于执行任务,例如可以使用来自旋翼的风吹走并且因此移除杂质(灰尘、烟灰、有机物质)。

[0073] 无人机1还可以配备有例如以旋翼上的涂层或者机身上的光伏电池等的形式的光伏电池(附图中未示出),这使得能量储存装置124能够在飞行期间被充电,但尤其是一旦无人机已经着陆。由此获得的能量的量可以用于无人机的紧急着陆或紧急返回飞行。

[0074] 如已经解释的,各个无人机1根据它们的具体预期用途而不同地构造。然而,它们都有一个共同点,那就是它们具有小尺寸和低最大起飞重量,这允许它们廉价地制造并相应地大量部署。此外,轻量无人机比更重的飞机更安全,并且发生碰撞时几乎不会对人类和环境造成任何风险。大小(最大尺寸)小于25cm、优选地为2cm至25cm并且最大起飞重量小于500g、优选为5g至500g是最佳的,但稍微大一点/重一点并且尤其是更小/更轻的无人机也

是可能的。

[0075] 对无人机的重要要求是(在飞行中)它们能够相对于目标物体(例如植物)极其准确地和精确地定位,并具有稳定的飞行姿态。

[0076] 由于安装在无人机上的控制工具通常需要相对于目标物体(例如植物上的有害生物、要收获的果实等)非常确切地(厘米到毫米范围)定向和/或需要尽可能确切地维持明确限定的位置数秒以便例如控制工具(诸如激光器装置或夹持器)有足够的时间执行其任务,因此需要在三维空间中极其精确的定位。对此所需的技术对于本领域技术人员来说是可用的,因此无需进一步解释。

[0077] 根据本发明的系统不必仅具有单一类型的无人机,而是还可以包括不同构造的无人机,这些无人机及其控制工具针对不同的任务进行设计和优化。例如,一些无人机可以被配置用于害虫控制,而可以可选地同时使用的其他无人机被配置用于农业植物的栽培(灌溉、种植/播种、授粉),再有其他无人机被配备用于收割或除草。

[0078] 控制装置2的中央控制单元20可以是纯虚拟的,例如采用互联网或云中对应的程序和数据库结构的形式。然而,它也可以被配置为物理单元。这同样适于控制装置2'的分散式控制单元20'。

[0079] 控制装置2、2'被配置成使得其能够与空闲的(着陆的)无人机1以及当前使用中的(飞行的)无人机1两者通信,例如以便从当前使用中的无人机1获得位置细节和图像或其他传感器数据。这些数据由控制装置2、2'进行评估,并且在此基础上控制装置2、2'向无人机1传输详细指令,或甚至控制无人机本身。由于主要的处理工作相应地直接在控制装置2、2'中执行,因此无人机1可以保持足够小型和轻量,这是有利的,因为无人机可以更廉价且构造更简单,并且在实际无人机、操作所必需的可再充电电池和无人机的由控制工具所代表的有效载荷之间具有有利的重量比。

[0080] 图3和图4以图解形式示出了控制装置2的实际实现。

[0081] 整体上通过附图标记200表示的控制装置包括壳体201,处理单元21和通信装置22以及充电能量储存装置23容纳在壳体201中。壳体201的上侧被配置为着陆平台203。在着陆平台203中或上,布置有由充电能量储存装置23供给的多个(在所示示例中:五个)充电装置202。充电装置202例如可以被配置为允许非接触式充电的感应充电装置。无人机1能够飞到着陆平台或其充电装置202,以便在那里对其能量储存装置进行(再)充电。图3示出了处于储存/空闲状态的控制装置200,所有无人机1均位于着陆平台203上。图4示出了处于以下状态的控制装置200,在该状态下,无人机1中的一些无人机在使用中,而其他无人机位于着陆平台的充电装置上。虚线111和33分别表示通信装置22与无人机1和本地计算机3(在此未示出)之间的通信链路。

[0082] 图5示出了以自主移动控制设备形式的控制装置的移动实现。除数个附加部件外,此处整体上通过附图标记300表示的控制装置以与图3和图4所示的控制装置相同的方式构造。控制装置300包括壳体301,处理单元21和通信装置22以及充电能量储存装置23容纳在壳体201中。壳体301的上侧被配置为着陆平台303。在着陆平台303中或上,布置有由充电能量储存装置23供给的多个(在所示示例中:十二个)充电装置302。充电装置202例如可以被配置为允许非接触式充电的感应充电装置。无人机1能够飞到充电装置302以对其可再充电电池进行(再)充电。着陆平台303配备有光伏电池并且作为充电能量储存装置23的能量供

应者。此外,控制装置300包括位置确定装置304(例如GPS接收器)以及移动装置,该移动装置此处例如以优选地马达驱动的轮子305表示。替代性地,移动装置也可以被配置为履带驱动或步行腿形式。移动装置由处理单元21在位置确定装置304和传感器307的帮助下进行控制,使得(由来自本地计算机3的指令引导的)控制装置300可自主移动。

[0083] 自主移动控制装置300例如可以自主搜索其部署区域或者从那里返回基地。它还可以自主跟随在部署区域中工作的一群无人机,以便为其供应无线电信息和指令,并作为充电站提供最佳帮助。在进一步特殊的配置中,移动控制装置本身不仅能够行进,而且甚至能够飞行,并充当一群无人机的行进或飞行的“母舰”。

[0084] 图6示出了控制装置的替代性实施方案。此处整体上通过附图标记400表示的控制装置适合于单独使用(作为中央控制单元20)或以多重配置使用(作为分散式控制单元20’),并且被配置为设立在固定位置(例如靠近要处理的农业区域设立、直接设立在要处理的农业区域处或中)的物理单元。为此目的,它包括柱(地钉)401,该柱在直立状态下有利地足够高以突出于植被之上。在中央控制单元的情况下,安装在柱401上的是处理单元21、通信装置22和充电能量储存装置23,在分散式控制单元的情况下,安装在柱401上的是处理单元21’、通信装置22’和充电能量储存装置23’。另外,在柱401的端部处还布置有用于一个或多个无人机1的着陆平台403。着陆平台403配备有光伏电池,并且作为充电能量储存装置23、23’的能量供应者。此外,在着陆平台403中或上还布置有用于降落在其上的无人机1的至少一个充电装置402。充电装置402例如可以被配置为允许非接触式充电的感应充电装置。在光照充足的条件下,充电能量储存装置23、23’经由着陆平台403的光伏表面进行充电,并且所存储的能量用于操作处理单元21、21’和通信装置22、22’以及用于给无人机1充电,并且允许整个控制装置在很大程度上自主使用。

[0085] 图7示出了如何可以在要通过根据本发明的系统处理的田地上布置多个这样的分散式控制装置400。该图以示例的方式示出了四个控制装置400,四个控制装置400中的每一个(此处以示例的方式)被分配一个无人机1。控制装置400与本地计算机3通信。当然,在实践中,更多无人机在使用中,并被成组分配给各个分散式控制装置。该装置的控制和数据相关的组织相应地与根据图2的控制和数据相关的组织相对应。

[0086] 通过根据本发明的系统处理农业区域典型地包括以下步骤:

[0087] 用户使用本地计算机3确定期望的部署区域(目标区域)。例如,该区域可以是连贯的农业区或多个不连贯的子区域。

[0088] 用户确定要在确定的部署区域中执行哪项(哪些)任务(例如,控制害虫A、控制害虫B、收获农产品C、收获农产品D、在位置X处灌溉、播种植物E、对植物F进行授粉等)。

[0089] 用户确定哪些系统部件(中央控制装置、分散式控制装置、无人机类型)来执行工作。

[0090] 根据实施例,(多个)控制装置由用户移动到确定的部署区域,或者它们自主移动到该区域。替代性地,(多个)控制装置也可以安装在部署区域中或周围的固定位置(参见图7)。

[0091] 中央控制装置或分散配置的控制装置开始其工作,并且将无人机派遣到其途中以执行任务。控制装置在每种情况下将各个无人机派遣到子区域中,然后无人机通过其传感器以网格模式搜索期望的农业参数(例如害虫侵扰)。有利地,无人机的传感器数据的评估

不是在无人机本身中进行的(由于其极小的设计,无人机没有合适强大的处理单元来评估传感器数据),而是数据被发送到控制装置并在其中进行评估。

[0092] 控制装置评估无人机收集的数据,识别工作区域中与期望的参数相对应且需要进行处理或作用于的区域(植物类群、植物、植物的部分),并向选定的无人机发出执行任务的指令。

[0093] 如此得到指示的无人机移动到其被指派的目标并作用于该目标。根据任务,这可以包括例如使用内置激光器装置或一些其他合适的工具选择性地控制害虫、有针对性地收获个别果实、或通过无人机执行其他任务。

[0094] 如果个别无人机的电池电量低于(由任务所需的能量以及到目标和回到着陆平台的飞行距离限定的)指定值,则个别无人机返回中央控制装置或其中一个分散式控制装置,在那里它们降落在着陆平台上并进行再充电以供进一步使用。

[0095] 其他仍足够充电的无人机在已撤回的无人机因其低电量状态而中断其工作的点处继续已撤回的无人机的工作。

[0096] 有利地,控制装置被配置成使得所有可用的无人机被协调成使得可以以最佳方式并尽可能高效地作用于确定的部署区域。例如,在第一“侦察阶段”,派出由众多无人机组成的群,群中的每个单独无人机对工作区域的确定的子区域进行勘察。如果无人机在这样做时发现需要进行处理的植物,它就会开始该工作。如果发现工作量对于一个无人机来说太多(例如大区域的植物受到害虫的侵扰或若干植物的“大规模侵扰”,或者在最佳成熟状态下采摘果实),则控制装置会召唤更多的无人机来协助。在这种情况下,尤其有利地,无人机非常小型并且因此廉价,从而允许众多(范围从数十个到数百个或甚至数千个,即整个群)无人机同时在使用中,并且这种小型廉价无人机的任何单独损失都不会产生特别负面的影响。

[0097] 在根据本发明的系统的特殊配置中,除导航控制器之外,(中央)控制装置没有物理处理单元,并且所有数据处理、组织和向无人机发出命令均仅经由虚拟控制器实现,该虚拟控制器作为程序和数据库结构存在于互联网中或云中。在这种情况下,无人机被配置成使得它们能够自主地为其能量储存装置充电(例如,通过寻找地基充电装置,或者有利地,甚至通过内置到无人机中的太阳能电池),并且仅经由例如无线电或电话网络连接到虚拟控制器,从而与其交换数据或从其接收命令。在这样的群中,无人机将被分配任务,自主地(或在虚拟控制器的控制下)执行该任务,并且如果需要的话(低电池电量)降落、再充电,并且一旦充电完成,自主地再次恢复其工作或继续在不同位置进行不同的任务(如果在充电期间,其先前的任务已经由其他相应得到指示的无人机执行和完成)。

[0098] 图15示出了要处理的农田1000,该田地被栽培为混合作物。此处,不同的有用植物(例如,结果实的植物1001和1002)以及杂草1003和表现出害虫侵扰1004的植物(例如,与1002相同种类的植物)在田地中在彼此中生长。

[0099] 多个处于空闲模式的无人机被储存、即停放在田地1000附近的着陆平台上,并经由无线电与通信装置22连接,通信装置22又连接到虚拟的基于互联网/云的中央控制单元21,中央控制单元21又连接到用户的基地处的本地计算机3,如结合图1详细解释的。为了更好地理解下面的评论,此处示出的四个无人机通过附图标记1a、1b、1c和1d表示。

[0100] 图16示出了无人机中的一些无人机(此处是1a、1b和1c)已经开始其工作并正在扫

描整个田地以获得期望的参数(是否存在成熟果实、是否存在害虫等)之后的田地1000,这些无人机由用户使用本地计算机3启动并由虚拟控制单元21经由通信装置22控制。另一个无人机1d目前电池电量太低,并且保持处于空闲状态,以便通过其内置的太阳能电池进行充电。

[0101] 一旦检测到田地1000的当前状态,即各种有用和有害生物1001、1002、1003和1004,控制单元21就会确定当前的需求,并在此基础上为各个无人机分配任务或控制无人机使得它们完成这些任务,如图17所示。无人机1a和1b正在从类型1001的植物上采集成熟果实,而无人机1c则通过激光控制在类型1002的植物上检测到的害虫侵扰。之前还在充电的无人机1d,现已充满电并准备好使用;它已被委派控制类型1003的杂草的任务,并且同样通过使用激光在执行该任务。

[0102] 图18示出了处理完成之后混合作物田地1000的状态。类型1002的植物上的害虫侵扰1004已成功得到控制,类型1001的成熟果实已被收获。无人机1a至1d已远离田地降落(例如在着陆平台上),处于空闲状态并正在通过其太阳能电池进行充电。在下一轮工作中,将重复对田地进行扫描,并且为了尽早发现,将再次监测田地是否再次出现或再次爆发害虫,并检查类型1002的果实的成熟度,然后相应地进行处理。

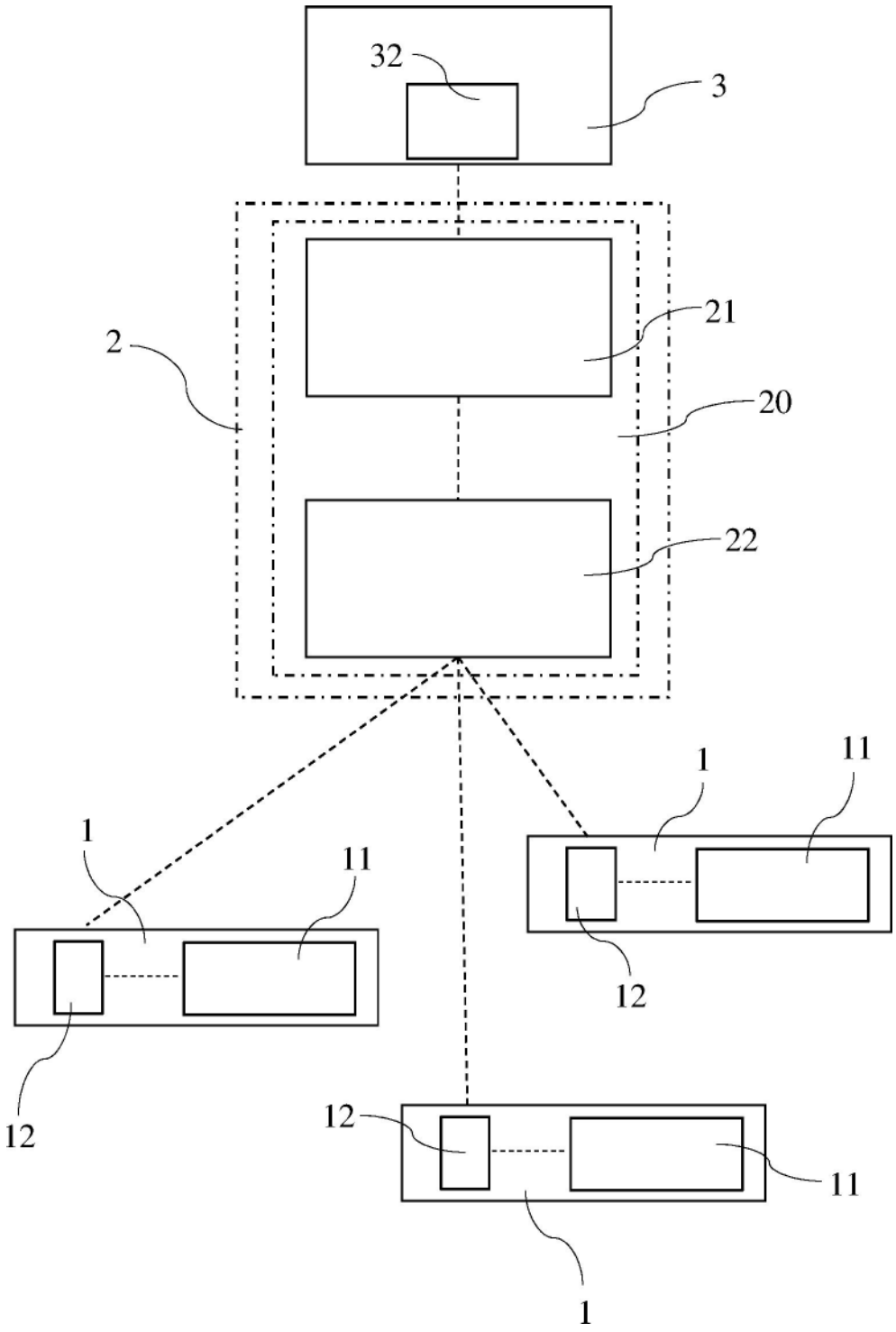


图1

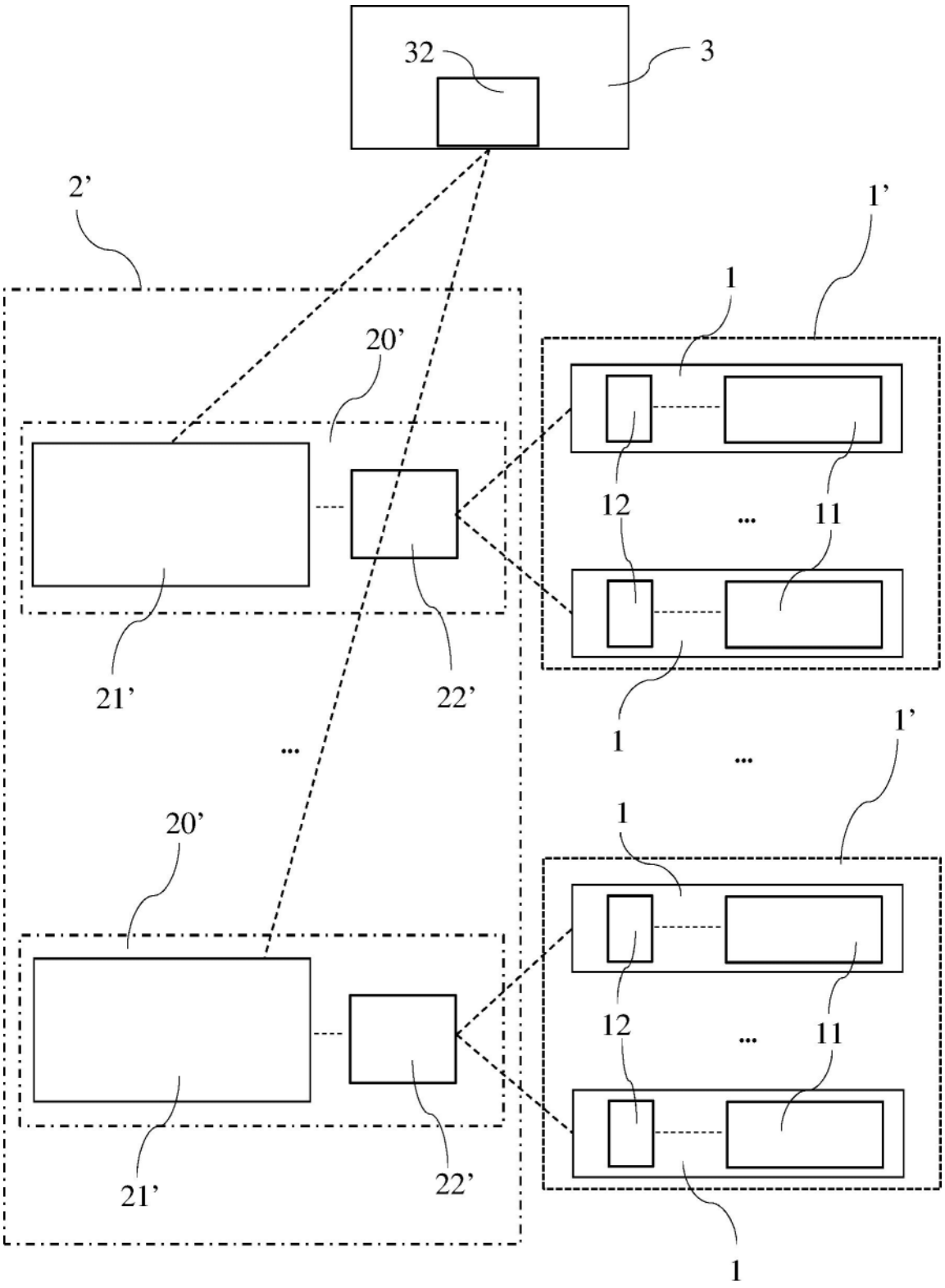


图2

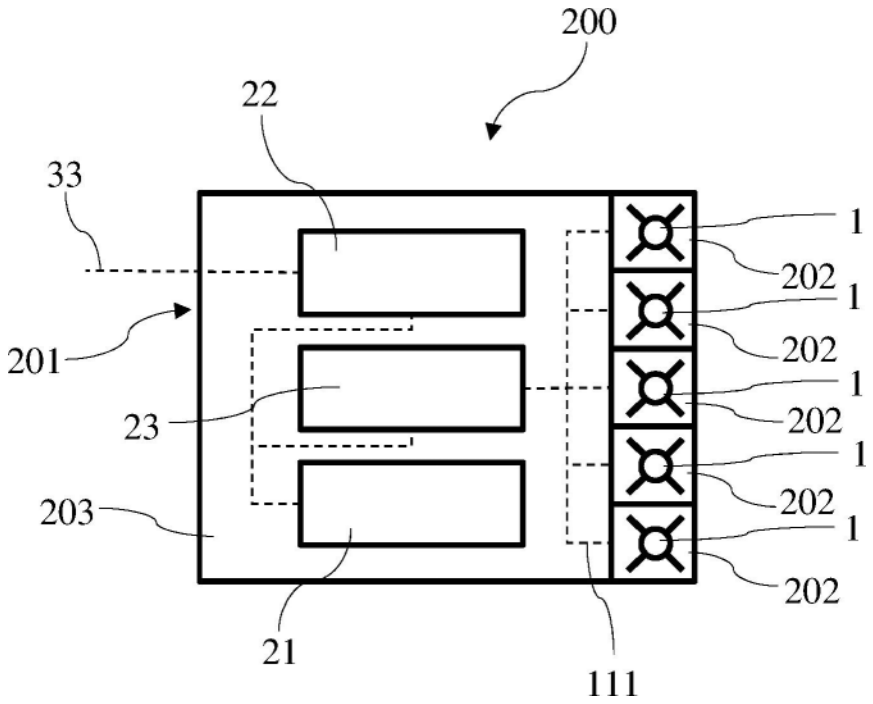

200
22
33
201
23
203
21
111
1
202
1
202
1
202
1
202
1
202

图3

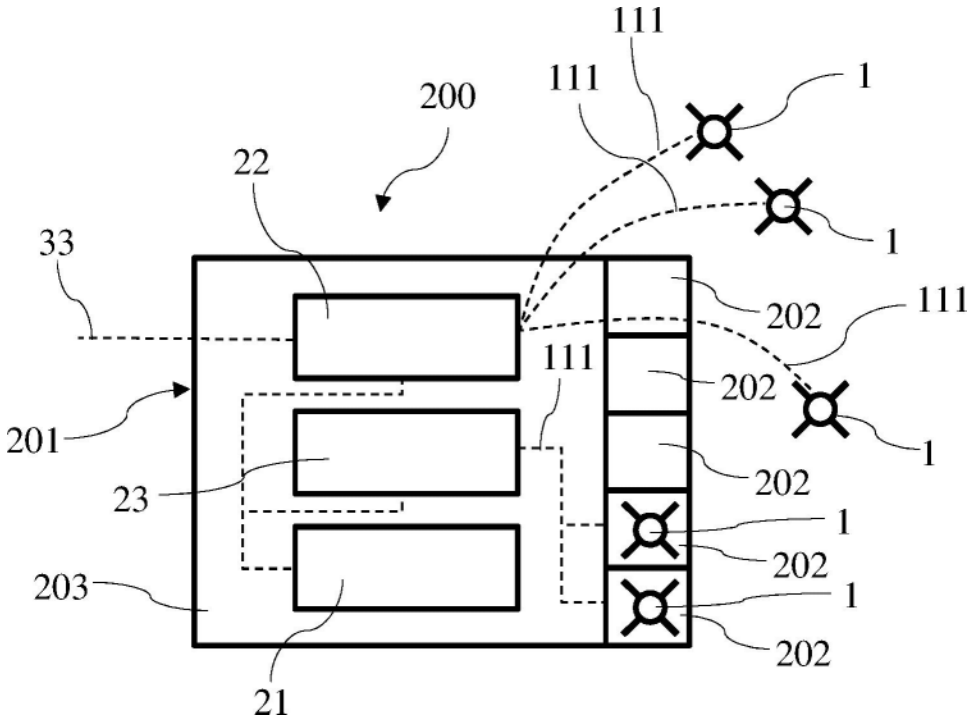

111
111
1
200
22
1
33
202
111
111
202
201
1
23
202
1
202
203
1
202
21

图4

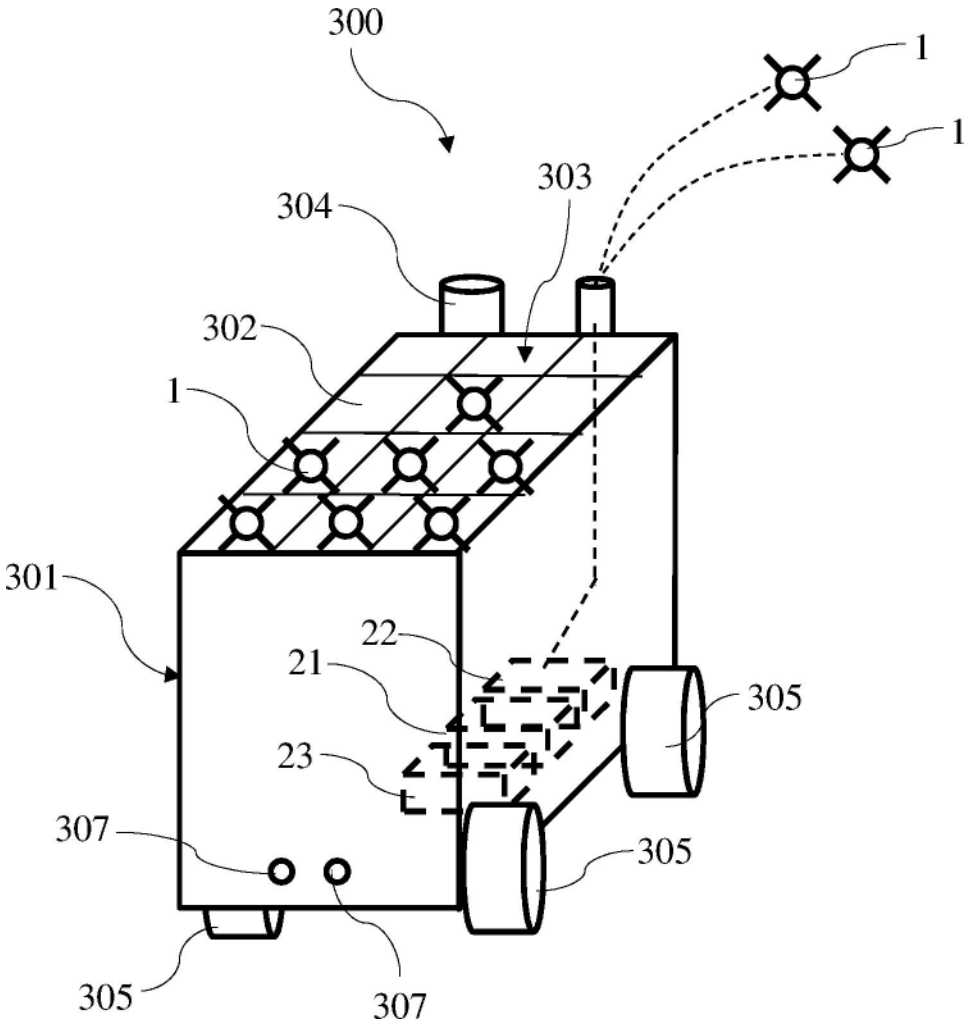

300
1
1
303
304
302
1
301
22
21
305
23
307
305
305
307

图5

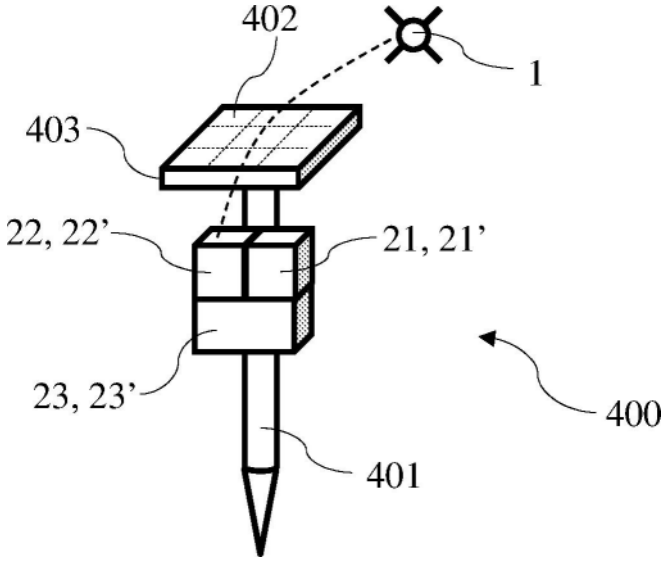

402
1
403
22, 22'
21, 21'
23, 23'
400
401

图6

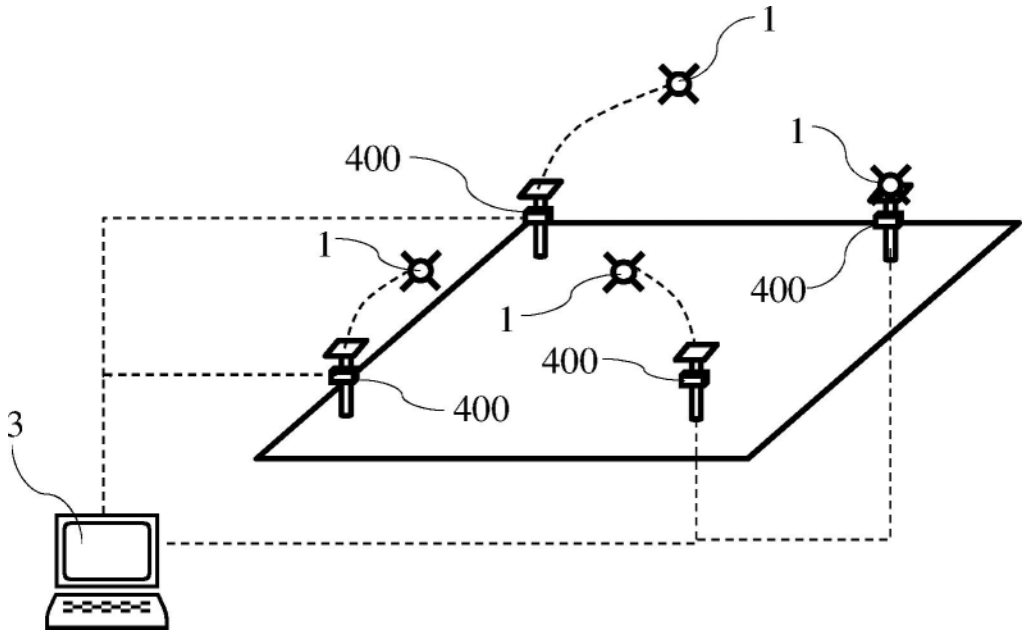

1
400
1
1
400
1
400
400
3

图7

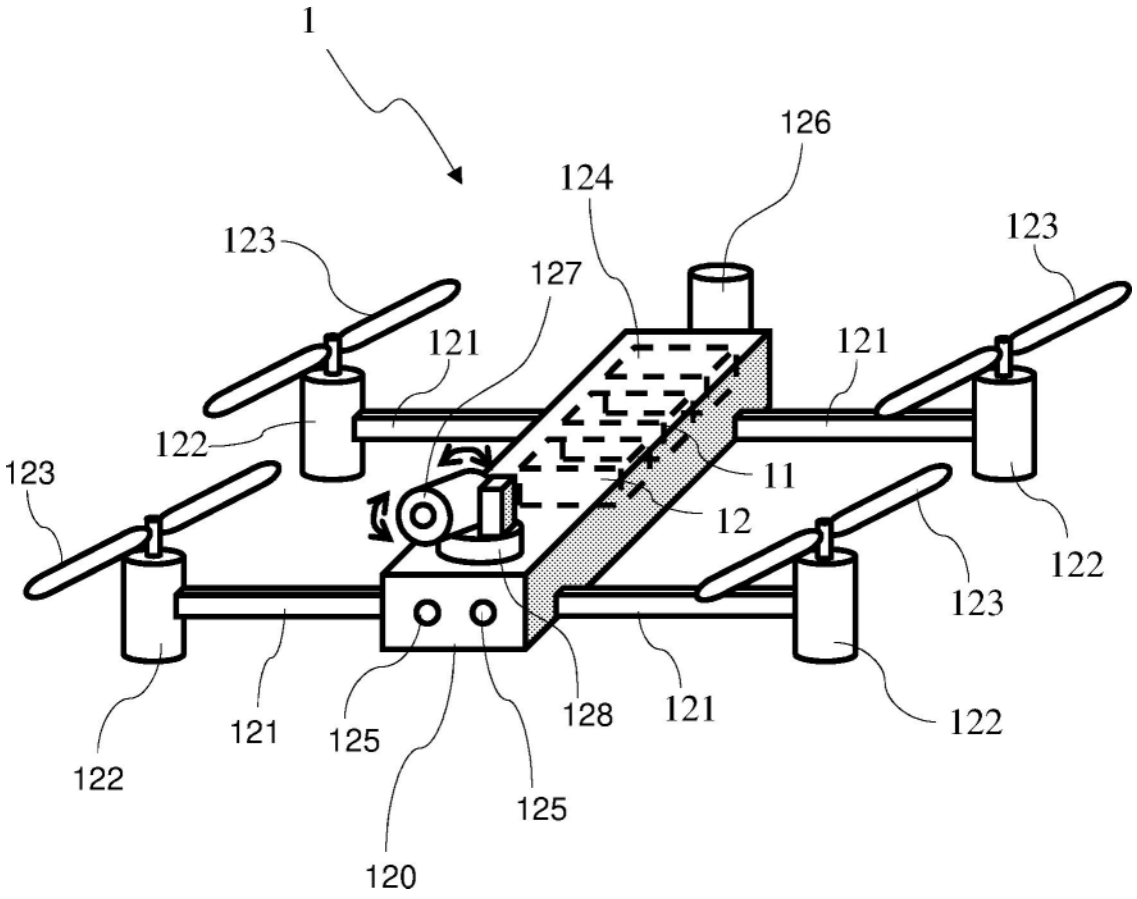

1
126
124
123
123
127
121
121
122
123
11
12
122
123
122
121
125
128
121
122
125
120

图8

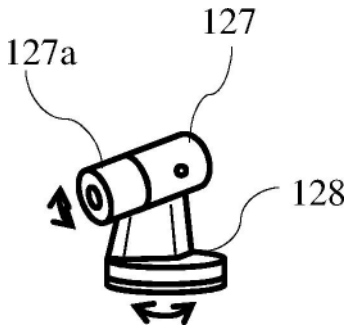


图9

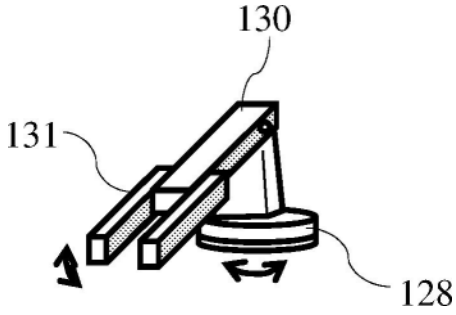


图10

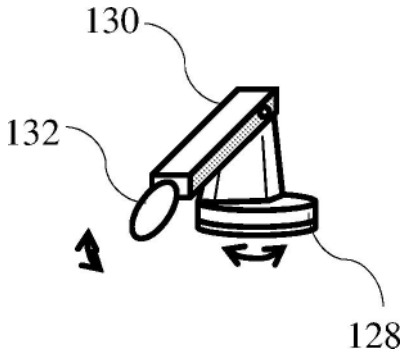


图11

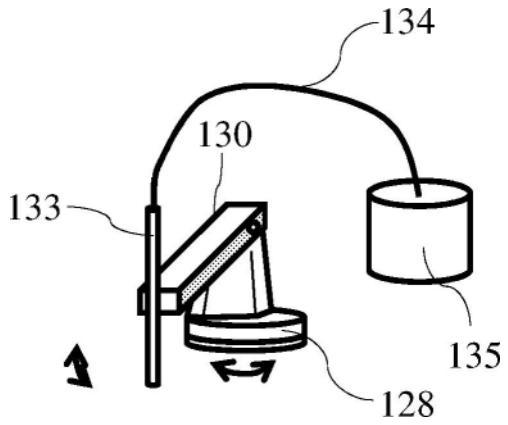

134
130
133
135
128

图12

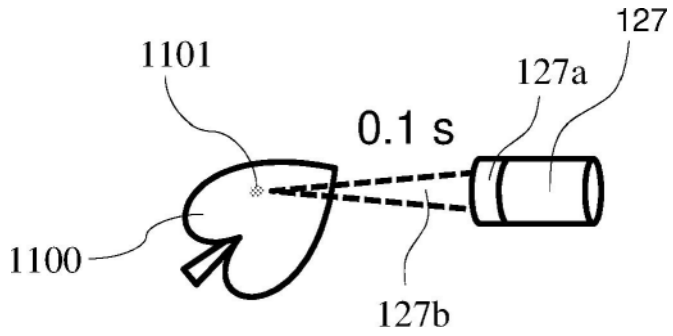

127
1101
127a
0.1 s
1100
127b

图13

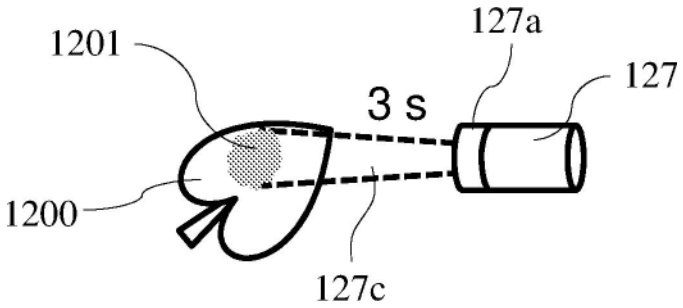

127a
1201
127
3 s
1200
127c

图14

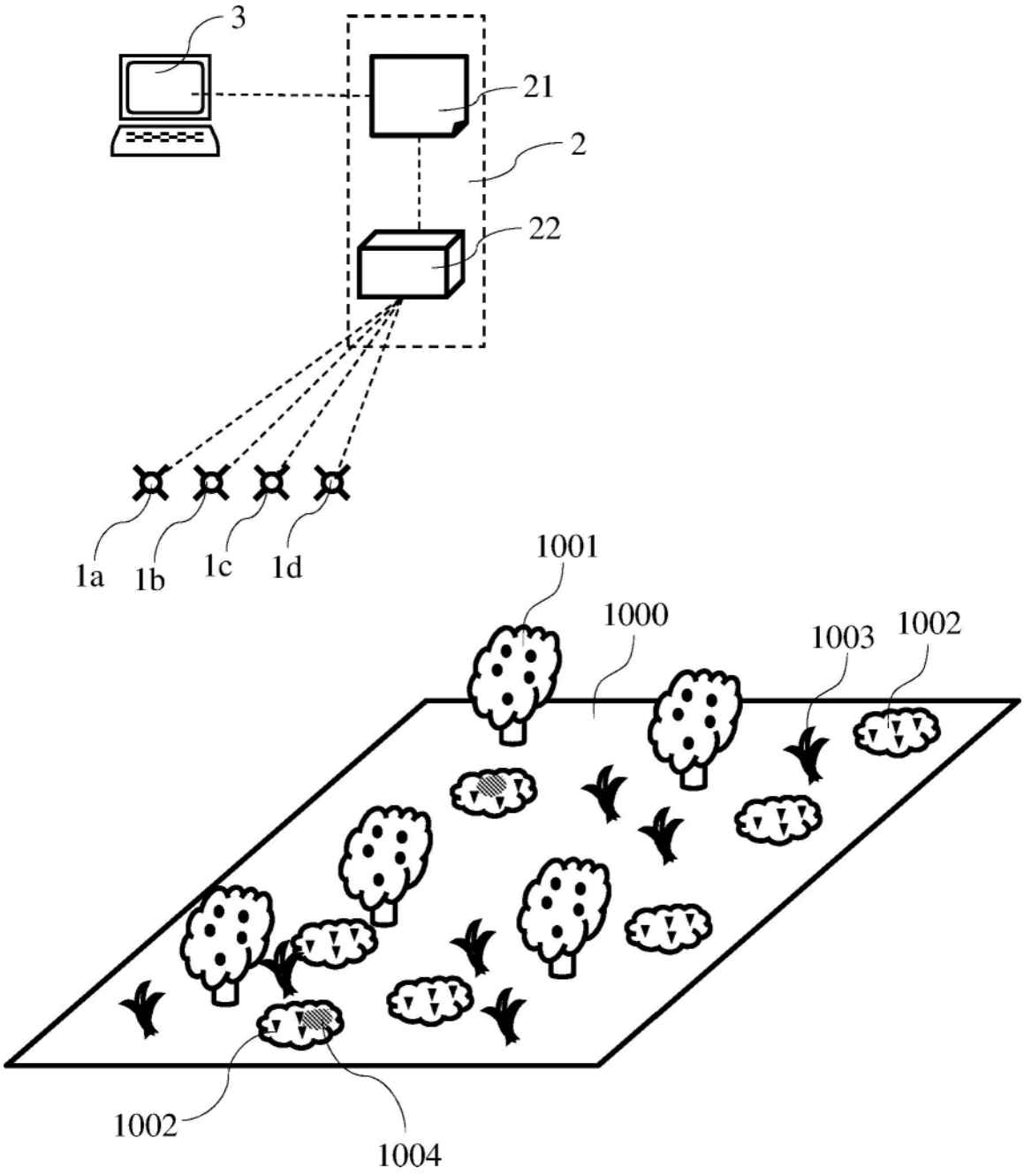


图15

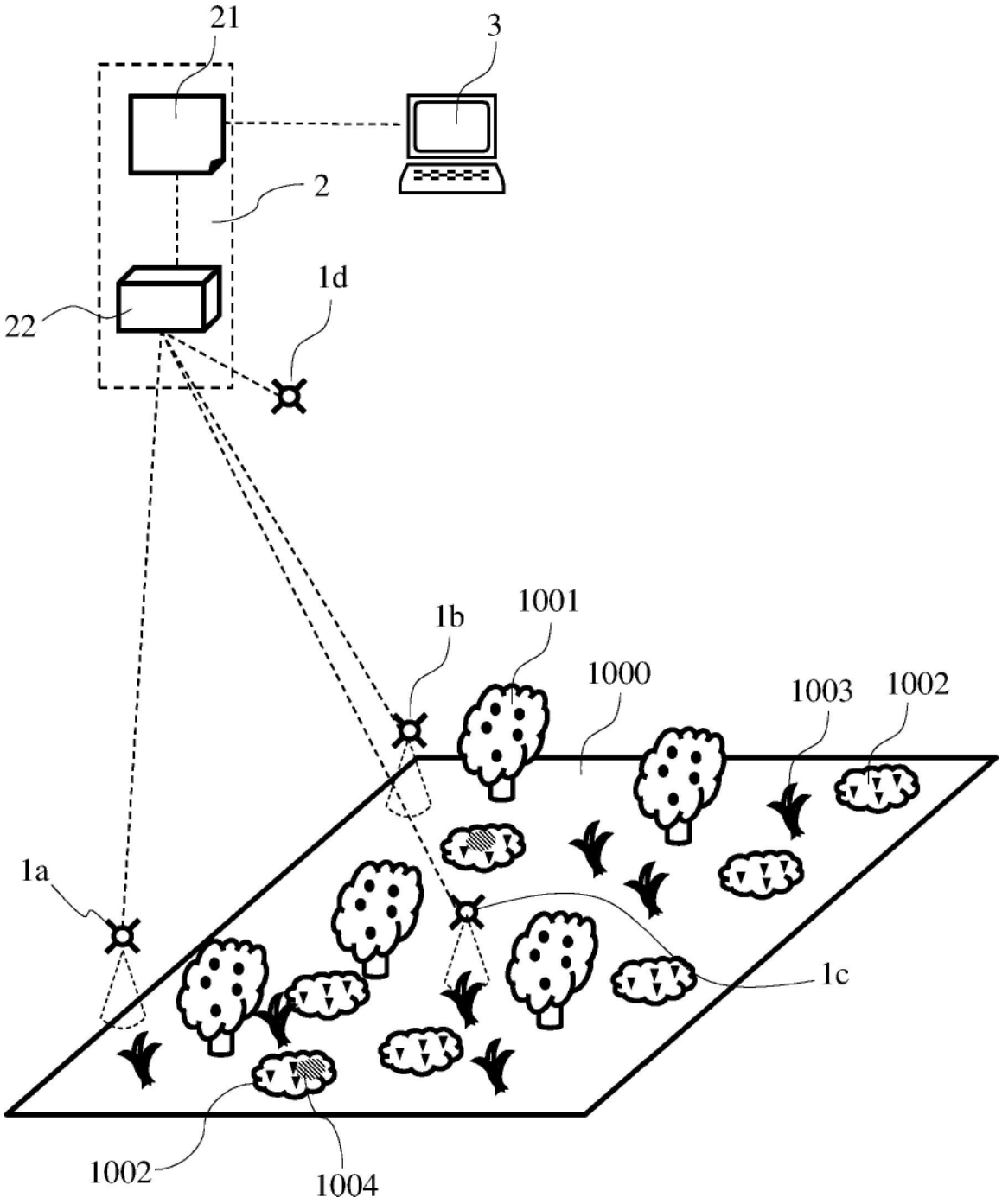


图16

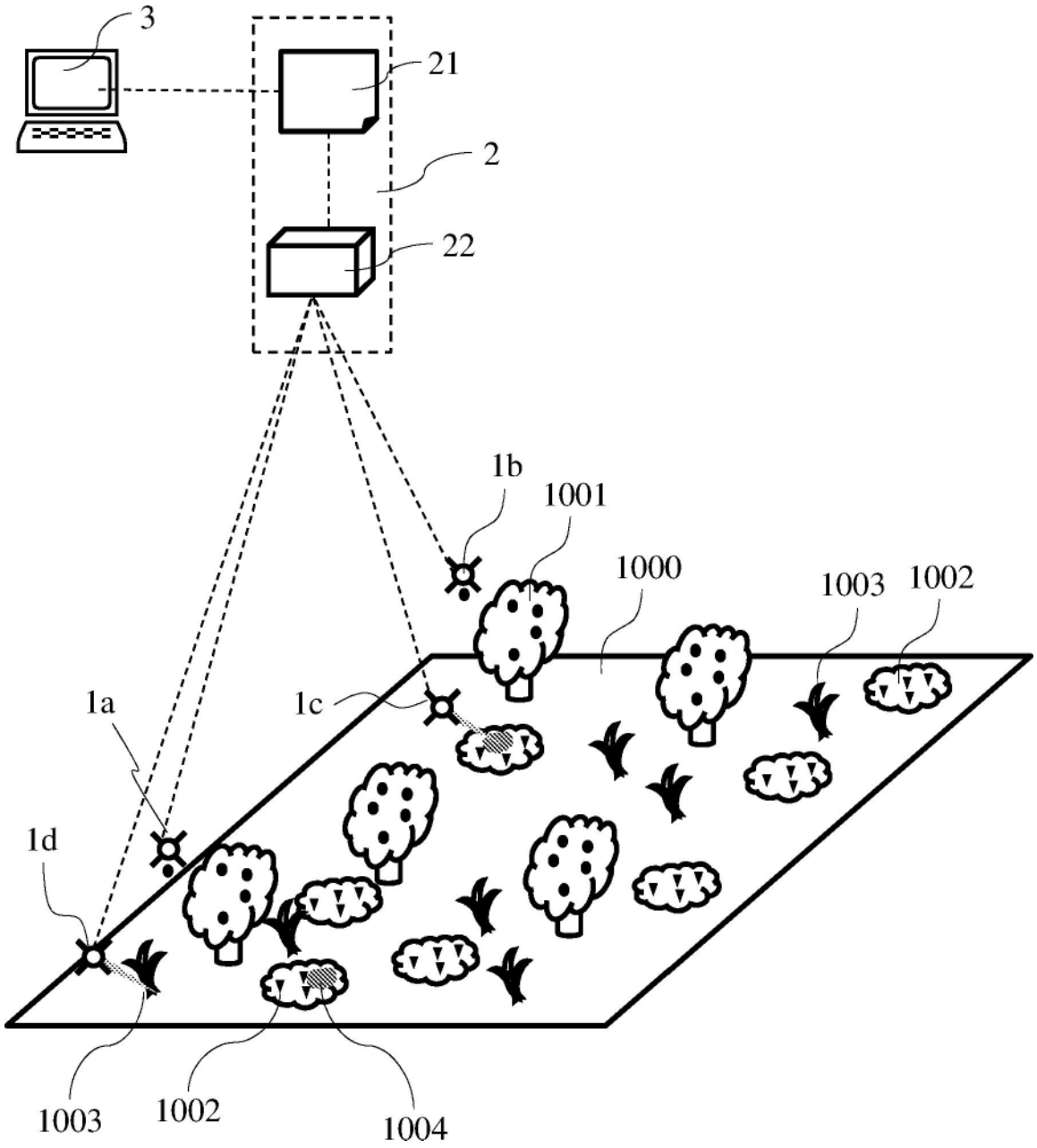


图17

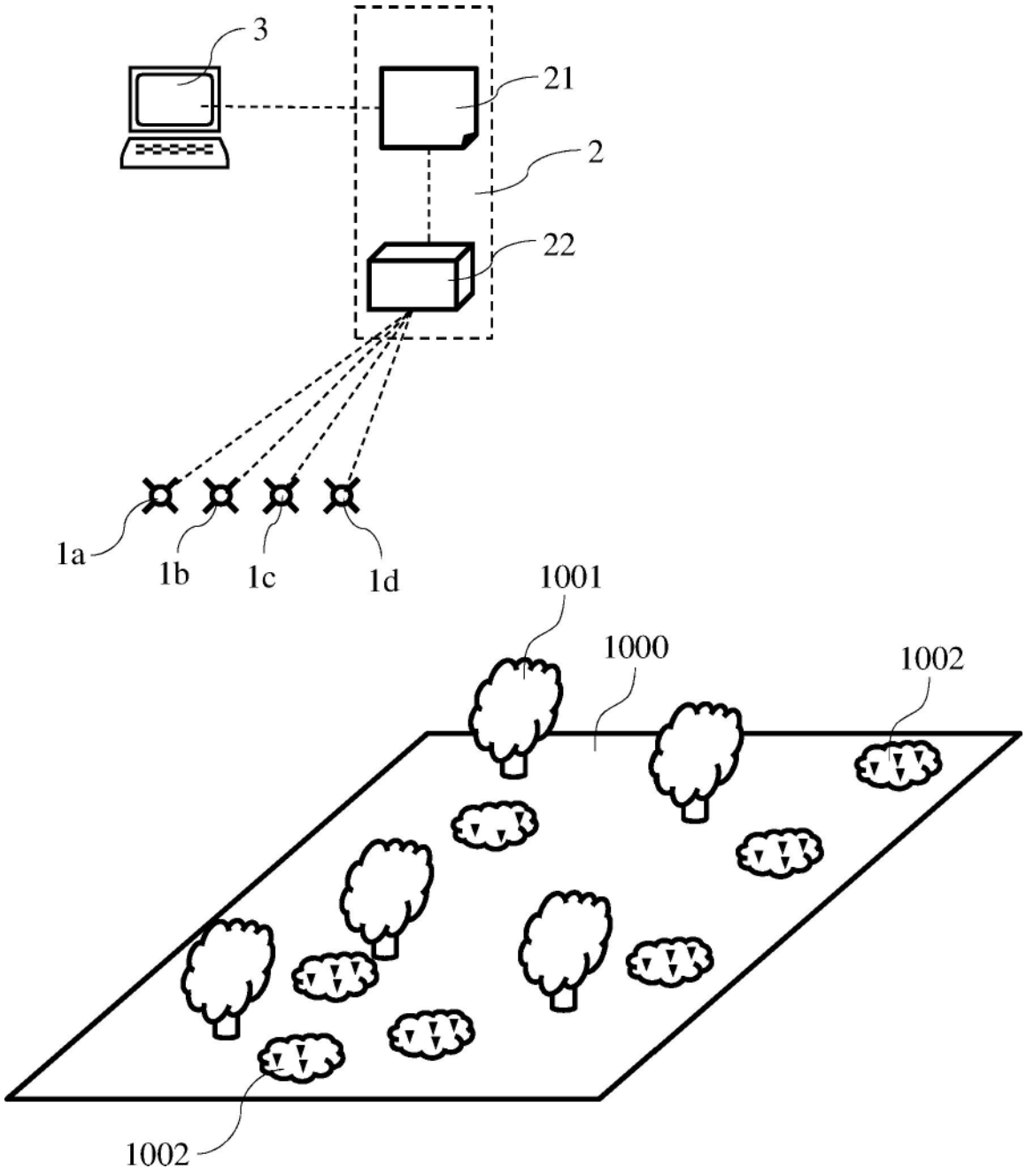


图18