(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116322320 A
(43)申请公布日 2023.06.23

(21)申请号 202180067935.X

(22)申请日 2021.08.12

(30)优先权数据
17/071,981 2020.10.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.04.03

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/071165 2021.08.12

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/082131 EN 2022.04.21

(71)申请人 拓普康定位系统公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 马尔科·兰普雷希特

(74)专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258
专利代理师 王晖

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

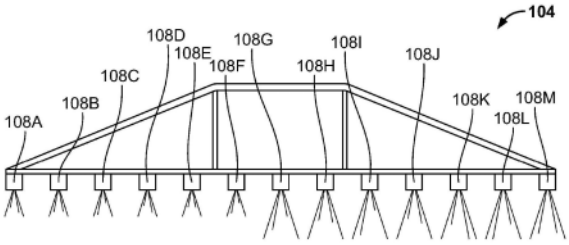
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

用于对喷嘴流量进行控制的方法和设备

(57)摘要

用于将农业流体施用至田地的方法包括对农业喷洒机器的多个喷嘴中的每个喷嘴的位置进行确定。喷嘴中的每个喷嘴的流量是基于相应的每个喷嘴在田地中的位置确定的。田地地图用于对与喷嘴的位置相关联的作物要求和施用限制进行确定。田地地图包含作物要求和施用限制的指示。喷嘴的流量是通过将喷嘴的位置与田地地图进行比较来确定的。基于喷嘴中的每个喷嘴的经确定的流量将流量信号发送至喷嘴中的每个喷嘴。



CN 116322320 A

1.一种方法,所述方法包括:

对喷洒机器的多个喷嘴中的每个喷嘴相对于农田的位置进行确定;

基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流量进行确定;以及

基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的经确定的流量将流量信号发送至所述多个喷嘴中的每个喷嘴。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个喷嘴中的每个喷嘴被分组到多个喷嘴组中的一个喷嘴组中。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置是基于所述多个喷嘴组中的相应的一个喷嘴组的位置的。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,对流量进行确定包括将所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置和与所述农田相关联的田地地图进行比较。

5.根据权利要求4所述的方法,其中,所述田地地图包括与将农业流体施用至所述农田相关联的施用限制的指示。

6.根据权利要求5所述的方法,其中,所述田地地图包括与将所述农业流体施用至所述农田相关联的作物要求的指示。

7.根据权利要求1所述的方法,其中,对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流量进行确定还基于所述喷洒机器的速度、作物要求和施用限制中的一者,以及所述喷洒机器的速度可以被控制成产生所需的液滴尺寸。

8.一种设备,所述设备包括:

处理器;以及

存储器,所述存储器用于对计算机程序指令进行存储,所述计算机程序指令在所述处理器上被执行时使所述处理器执行以下操作,所述操作包括:

对喷洒机器的多个喷嘴中的每个喷嘴相对于农田的位置进行确定;

基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流量进行确定;以及

基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的经确定的流量将流量信号发送至所述多个喷嘴中的每个喷嘴。

9.根据权利要求8所述的设备,其中,所述多个喷嘴中的每个喷嘴被分组到多个喷嘴组中的一个喷嘴组中。

10.根据权利要求9所述的设备,其中,所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置是基于所述多个喷嘴组中的相应的一个喷嘴组的位置的。

11.根据权利要求8所述的设备,其中,对流量进行确定包括将所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置和与所述农田相关联的田地地图进行比较。

12.根据权利要求11所述的设备,其中,所述田地地图包括与将农业流体施用至所述农田相关联的施用限制的指示。

13.根据权利要求12所述的设备,其中,所述田地地图包括与将所述农业流体施用至所述农田相关联的作物要求的指示。

14.根据权利要求8所述的设备,其中,对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流量进行确定

还基于所述喷洒机器的速度、作物要求和施用限制中的一者，以及所述喷洒机器的所述速度可以被控制成产生所需的液滴尺寸。

15.一种农业喷洒器，所述农业喷洒器包括：

多个喷嘴；以及

控制器，所述控制器与所述多个喷嘴进行通信，并且所述控制器被配置成执行以下操作，所述操作包括：

对所述多个喷嘴中的每个喷嘴相对于农田的位置进行确定；基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流量进行确定；以及

基于所述多个喷嘴中的每个喷嘴的经确定的流量将流量信号发送至所述多个喷嘴中的每个喷嘴。

16.根据权利要求15所述的农业喷洒器，其中，所述多个喷嘴中的每个喷嘴被分组到多个喷嘴组中的一个喷嘴组中。

17.根据权利要求16所述的农业喷洒器，其中，所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置是基于所述多个喷嘴组中的相应的一个喷嘴组的位置的。

18.根据权利要求15所述的农业喷洒器，其中，对流量进行确定包括将所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置和与所述农田相关联的田地地图进行比较。

19.根据权利要求18所述的农业喷洒器，其中，所述田地地图包括与将农业流体施用至所述农田相关联的施用限制的指示。

20.根据权利要求19所述的农业喷洒器，其中，所述田地地图包括与将所述农业流体施用至所述农田相关联的作物要求的指示。

用于对喷嘴流量进行控制的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及农业机器，并且更具体地涉及农业喷洒器的施用速率。

背景技术

[0002] 农田需要施用诸如杀虫剂和肥料之类的物质。与之前的更劳动密集型方法相比，诸如农业喷洒器之类的农业设备的使用使得施用物质的过程更快且更容易。农业喷洒器是用于将农业流体施用至一区域的机器。农业喷洒器通常具有沿着称作悬臂的水平支撑件间隔开的多个喷洒喷嘴，该悬臂在区域上方移动。罐将农业流体供给至每个喷洒喷嘴，以将农业流体施用至每个喷嘴下方的区域。然而，使用喷洒器来施用农业流体常常是不准确的，其中，一些区域比其他区域接收到更多或更少的农业流体。这是因为典型的农业喷洒器以恒定的速率从农业喷洒器的整个宽度上施用农业流体。由于悬臂所穿过的区域中的重叠，将农业流体施用至某些区域可能发生不止一次或者根本没有发生。

[0003] 物质的施用受到诸如可以在哪些地方喷洒流体和与某些区域相距多远才可以进行喷洒等的约束。例如，法规、限制和/或建议的做法可能会限制将杀虫剂施用至地下水或牧场附近的区域。这种约束要求农业喷洒器的操作者通过在这些区域外部对农业喷洒器进行操作来避免向这些区域喷洒。由操作者对农业喷洒器进行操纵以避开限制区域可能是困难的，并且经常由于重复经过而导致不正确地施用物质或者在与限制区域相邻的区域中没有施用物质。需要一种方法和设备，以对使用农业喷洒器向各个区域施用流体的施用进行简化。

发明内容

[0004] 用于将农业流体施用至田地的方法包括对农业喷洒机器的多个喷嘴中的每个喷嘴在农田中的位置进行确定。喷嘴中的每个喷嘴的流量是使用与农田相关联的田地地图而基于相应的每个喷嘴在农田中的位置来确定的。田地地图确认出与农田的区域相关联的作物要求和施用限制。喷嘴中的每个喷嘴的流量基于与相应的喷嘴的位置相关联的作物要求和施用限制。基于喷嘴中的每个喷嘴的经确定的流量将流量信号发送至喷嘴中的每个喷嘴。在一个实施方式中，所述多个喷嘴中的每个喷嘴被分组到多个喷嘴组中的一个喷嘴组中，并且喷嘴中的每个喷嘴的位置基于所述多个喷嘴组中的相应的一个喷嘴组的位置。在一个实施方式中，每个喷嘴组的流量是考虑到喷洒机器的速度、作物要求和施用限制来计算的。

[0005] 本发明的这些特征和其他特征对本领域普通技术人员来说将通过参照以下详细描述和附图而变得明显。

附图说明

[0006] 图1示出了农业喷洒器在该农业喷洒器在田地上移动时将农业物质施用至作物；

[0007] 图2示出了农业喷洒器的部件；

[0008] 图3示出了根据一个实施方式的喷嘴组；

[0009] 图4示出了农业喷洒器的控制系统的示意图；

[0010] 图5A至图5C示出了喷嘴组的操作；

[0011] 图6示出了农田；

[0012] 图7示出了田地地图;以及

[0013] 图8示出了根据一个实施方式的方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 图1示出了农业喷洒器100,该农业喷洒器100在该农业喷洒器100在田地上方移动时将农业流体施用至作物。罐102中所储存的农业流体被从悬臂104喷洒。罐102中所储存的农业流体是可以使用喷洒喷嘴来施用的液体。农业流体可以是杀虫剂、肥料或任何其他类型的液体。

[0015] 图2示出了与流体泵106连接的罐102,该流体泵106经由压力调节器112和分配轨道110向多个喷嘴组108A至108M中的每个喷嘴组供给农业流体。由流体泵106从罐中抽取农业流体,流体在该流体泵处被加压,并且被迫使穿过压力调节器112并进入到分配轨道110中。压力调节器112保持分配轨道110中的所需流体压力。喷嘴组108A至108M中的每个喷嘴组包括多个喷洒喷嘴,该喷洒喷嘴被电致动来打开,从而允许处于压力下的农业流体从分配轨道110行进穿过喷嘴的孔口,该孔口使农业流体雾化成喷雾。

[0016] 图3示出了喷嘴组108A的细节。喷嘴组108B至108M的细节类似于喷嘴组108A。每个喷嘴组包括大喷嘴302、中喷嘴304和小喷嘴306,所述喷嘴中的每个喷嘴包括具有不同流量的机电阀。喷嘴的流量基于以下各者:喷嘴的孔口;向喷嘴施用的流体压力;以及电施用至喷嘴的脉冲宽度调制信号的占空比。在一个实施方式中,每个喷嘴被电致动成允许处于压力下的农业流体从分配轨道110行进穿过喷嘴的孔口。在一个实施方式中,喷嘴302、304和306各自是使用脉冲宽度调制来电驱动的。脉冲宽度调制(PWM)是通常每个循环具有高值和低值的周期性数字信号。在一个实施方式中,PWM信号的高值使喷嘴组的喷嘴打开,并且低值允许喷嘴由于弹簧压力而关闭。对于特定循环施用的高信号的时间长度被称为PWM信号的占空比。占空比可以从每个循环可能发生高值的总可能时间的0％至100％变化。每个喷嘴的占空比可以是变化的,以使相应喷嘴的流体输出量变化。

[0017] 每个喷嘴组可以用于以各种流量来施用流体。喷嘴302、304和306在没有信号的情况下不会喷洒流体。因此,喷嘴的零流量可以通过不向喷嘴发送信号来实现。为了输出最大的农业流体量,一组中的所有三个喷嘴都可以以100％占空比和最高流体压力设定来驱动。作为响应,喷嘴输出最大的农业流体量。为了输出最小的农业流体量,小喷嘴306可以以低占空比、比如30％至40％和最小流体压力来驱动。作为响应,小喷嘴306输出最小的流体量。从最小值至最大值的任何流量都可以通过选择适当的流体压力、喷嘴组合和占空比来实现。

[0018] 应当指出的是,每个喷嘴组可以包括不止三个喷嘴或者少于三个喷嘴。另外,喷嘴的最小流量和最大流量可以根据所需的施用速率、选定的喷嘴类型和可接受的液滴尺寸而变化。

[0019] 图4示出了用于农业喷洒器100的控制系统的示意图。控制器402可以是电控制装

置,比如可编程逻辑控制器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等。在一个实施方式中,控制器402是用计算机实现的。控制器402包括处理器400,该处理器400通过执行计算机程序指令来对控制器402的整体操作进行控制,该计算机程序指令对所述操作进行限定。计算机程序指令可以被存储在存储装置414或其他计算机可读介质(例如,磁盘、CD ROM等)中,并且计算机程序指令在需要执行该计算机程序指令时可以被加载至存储器412中。因此,图8的方法步骤(如下文所述)可以由存储在存储器412和/或存储装置414中的计算机程序指令来限定并且由执行该计算机程序指令的控制器402的处理器400来控制。例如,计算机程序指令可以实现为由本领域技术人员编程的计算机可执行代码,以执行由图8的方法步骤限定的算法。因此,通过执行计算机程序指令,控制器402的处理器400执行由图8的方法步骤限定的算法。本领域技术人员将认识到的是,控制器的实施形式还可以包含其他部件,并且出于说明的目的,控制器402是这种控制器的部件中的一些部件的高级表示。

[0020] 在一个实施方式中,全球导航卫星系统(GNSS)用于对喷嘴组中的每个喷嘴组的位置进行确定。全球定位卫星接收器404(GPS)电连接至控制器402。GPS 404对与GPS 404相关联的天线的位置进行确定并且将位置信息发送至控制器402。输入/输出装置406可以包括各种输入,比如键盘、触摸屏等。输入/输出装置406可以包括各种输出,比如光、警报灯等。输入/输出装置406的输入和输出被电连接至控制器402。显示器408连接至控制器402并且对表示显示信息、比如图像和文本等的数据进行接收。网络接口410电连接至控制器402并且便于经由各种装置与控制器402进行通信。网络接口410可以是包括有线和无线的各种连接类型。网络接口410还可以使用各种通信协议。存储器412电连接至控制器402并且可以包括一种或更多种类型的易失性和非易失性的随机存取存储器。存储装置414电连接至控制器402并且可以是配置成比存储器412所提供的存储更长期的任何类型的数据存储装置。存储装置414可以是诸如硬盘驱动器的存储装置。存储装置414包含在下文进一步详细描述的田地地图416。

[0021] 控制器402电连接至压力调节器112,如图2中所示,压力调节器112从流体泵106接纳流体并且保持分配轨道110中所需的流体压力。控制器402可以向压力调节器112发送信号,以保持分配轨道110中所需的流体压力。

[0022] 控制器402电连接至喷嘴组108A至108M。在一个实施方式中,控制器402将脉冲宽度调制信号发送至喷嘴组108A至108M中的每个喷嘴。控制器402对每个信号的占空比进行调制,从而控制每个喷嘴进行操作以从相应的每个喷嘴操作产生所需的流量。

[0023] 控制器402可以将信号发送至喷嘴组108A至108M的每个喷嘴,以命令喷嘴组108A至108M的每个喷嘴致动。图5A示出了以所需的流量将所有的喷嘴组108A至108M都致动的情况。如图5A中所示,从喷嘴组108A至108M中的每个喷嘴组输出流体。

[0024] 在一些情况下,不是所有的喷嘴组108A至108M都被致动。图5B示出了响应于来自控制器402的信号而从喷嘴组108A至108F输出流体。控制器402命令喷嘴组108G至108M不要输出流体。

[0025] 在一些情况下,通过使用喷嘴组中的不同喷嘴、不同流体压力和/或不同占空比或者喷嘴、流体压力和占空比的各种组合的方式,喷嘴组可以被控制成以不同的流量输出流体。图5C示出了喷嘴组108A至108F被示出为以特定流量输出流体的情况。喷嘴组108G至108M被示出为以比喷嘴组108A至108F的流量更高的流量输出流体。在一个实施方式中,不

同喷嘴组所输出的流量基于喷嘴组沿着农业喷洒器的悬臂的位置。例如，与位于农业喷洒器正在穿过的转向部的外侧处、将在较多地面上行进并且需要较多输出的喷嘴组相比，来自位于该转向的内侧处的喷嘴组的流将在较少的地面上行进并且需要较少的输出。在一个实施方式中，来自不同喷嘴组的流量可以是不同的，这是因为喷嘴组在田地的具有不同要求的部分上行进。

[0026] 在一个实施方式中，包括GPS接收器404、网络接口401、显示器408、存储器412、存储装置414(储存有田地地图416)以及拖拉机电子控制单元的部件位于与喷洒器组件连接的拖拉机上。喷洒器组件可以包括主控制器(比如控制器402)和子控制器，该子控制器可以用于执行控制器402的功能中的一些功能。在一个实施方式中使用了ISOBUS(ISO 11783)，其中CAN总线元件位于拖拉机上并且根据需要延伸至喷洒器。

[0027] 农业流体、比如肥料或杀虫剂需要以特定量施用至农田。例如，液态肥料的制造商规定了应当施用至一区域的液态肥料的量、比如每平方英尺一品脱。这些制造商的规定被称为作物要求。喷嘴组、比如喷嘴组108A的流量可以由控制器402来控制，以根据作物要求来将液态肥料施用至一区域。将液态物质施用至一区域还可以由涉及以下各者的法律和/或法规来限制：地表水附近的区域；其他地形特征；以及用于特定用途的区域，比如牲畜的牧场。这些限制被称为施用限制。田地地图可以用于确认出作物要求和施用限制。

[0028] 图6示出了农田600。溪流602被示出为流动穿过农田600。池塘604的一部分被示出为位于农田600中。溪流602和池塘604可能对在农田600中使用肥料和/或杀虫剂有限制。牧场606与农田相邻。例如，可以限制在溪流602、池塘604和牧场606的一定距离内施用肥料和/或杀虫剂。

[0029] 图7示出了包括具有覆盖物的农田600的田地地图700，该田地地图700示出了作物要求和农业流体、比如肥料和/或杀虫剂的施用限制。如上所述，田地地图可以被存储在存储装置414的田地地图416部分中(如图4中所示)。在一个实施方式中，田地地图是使用诸如计算机等的装置从农业喷洒器100远程产生的并且被存储至存储装置414的田地地图416部分。

[0030] 溪流偏移部702是表示对诸如肥料和/或杀虫剂等的农业流体的施用的限制的虚线。在这种情况下，该限制要求在流动水体的20英尺范围内不能施用特定的农业流体。溪流偏移部702表示该限制，并且近似于溪流602的与溪流的最靠近农田600的边缘相距至少20英尺的边缘的形状。

[0031] 池塘偏移部704是表示对特定的农业流体的施用的限制的虚线。在这种情况下，该限制要求在静水的20英尺范围内不能施用特定的农业流体。池塘偏移部794表示该限制并且近似于池塘604的位于农田604内且与农田604相邻的边缘。

[0032] 牧场偏移部706是表示对特定的农业流体的施用的限制的虚线。在这种情况下，该限制要求在牧场606的30英尺的范围内不能施用特定的农业流体。牧场偏移部706表示该限制并且近似于牧场606的与农田600相邻的边缘的形状。在一个实施方式中，所施用的流体的漂移是通过对用于不同应用的液滴尺寸进行控制来控制的。液滴尺寸影响所喷洒液体的分布。例如，较小的液滴可以产生涂覆膜，而较大的液滴在与待施用液体的作物接触之前不会被风吹走或蒸发。因此，较小的液体可以被施用至田地的主要区域，而较大的液滴可以被施用至某些特定区域，以防止待施用流体的漂移。在一个实施方式中，液滴尺寸是通过降低

施用至喷嘴的压力来改变的，以使用同一喷嘴来喷洒较大的液滴并且在给定的速度下通过提高占空比来保持施用速率。

[0033] 作物要求边界708确认出农田600的与不同作物要求相关联的两个部分之间的边界。农田600的位于作物要求边界708上方的部分的作物要求与第一作物要求相关联。农田600的位于作物要求边界708下方的部分的作物要求与第二作物要求相关联。例如，第一作物要求可以表示：与要施用至农田600的位于作物要求边界708下方的部分的量相比，更多的农业流体需要被施用至农田600的位于作物要求边界708上方的部分。

[0034] 图8示出了用于将农业流体施用至田地的方法的流程图。在步骤802，对多个喷嘴组中的每个喷嘴组的位置进行确定。在一个实施方式中，所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的位置是基于控制器402从GPS 404(如图4中所示)接收到的位置信息的。由GPS 404确定的位置与从农业喷洒器100上的与GPS相关联的天线的位置到喷嘴组108A至108M(如图1和图2中所示)中的每个喷嘴组的位置的已知距离一起使用，以对多个喷嘴组108A至108M中的每个喷嘴组相对于农田600的位置进行确定。应当指出的是，当农业喷洒器以恒定速度被直线驱动时，喷嘴的实际流量取决于当前被喷洒位置所需的速率。改变速度和转向可以使实际流量根据每个喷嘴的相对速度而显著改变。

[0035] 在步骤804，将所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的位置与田地地图进行比较。在一个实施方式中，可以将所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的位置与图7中所示的田地地图700进行比较。使用该比较结果来对将影响所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的流量的因素进行确定。例如，对于由溪流偏移部702、池塘偏移部704和田地偏移部706限界的区域的外部的喷嘴组而言，由于限制将不会而对该喷嘴组的流量进行调节。对于由溪流偏移部702、池塘偏移部704和田地偏移部706限界的区域的内部的喷嘴组而言，将考虑到该喷嘴组所处的区域而对该喷嘴组的流量进行调节。

[0036] 在步骤806，对作物要求进行确认。在一个实施方式中，流量与田地地图600上的作物所处的每个位置相关联。例如，由农业喷洒器100施用至与田地地图700相关联的作物的肥料和杀虫剂的流量可以由肥料或杀虫剂的制造商基于将施用肥料或杀虫剂的作物类型来规定。

[0037] 在步骤808，对施用限制进行确认。在一个实施方式中，施用限制涉及基于位置与环境特征的接近度以及/或者位置附近区域的用途而可以施用至该位置的肥料和/或杀虫剂的特定量。例如，将肥料和/或杀虫剂施用至一区域可以基于位于该区域附近的静水体或流水体进行限制。施用限制可以对施用至特定区域的接近度、最大施用速率、喷嘴类型、喷嘴尺寸和/或液滴尺寸指定进行限制。向一区域的施用还可以基于相邻区域的用途进行限制。例如，向一区域的施用可以基于相邻区域的用于牲畜放牧的用途进行限制。在一个实施方式中，如果喷嘴组被确定位于由溪流702、池塘偏移部704或田地偏移部706限界的区域中，则施用限制被确认。施用限制用于对位于由偏移部限界的区域中的喷嘴组的流量进行确定。例如，确定位于由偏移部限界的区域中的喷嘴组可以被确定成具有最小流量或零流量。

[0038] 在步骤810，对所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的流量进行确定。在一个实施方式中，每个喷嘴组的流量是基于在步骤806确认的作物要求和在步骤808确认的施用限制来确定的。在一个实施方式中，施用限制优先于作物要求。因此，如果施用限制指示零流量应当

施用至一区域而作物要求是非零流量,则该区域的流量将为零。

[0039] 在步骤812,流量信号从控制器402被发送至所述多个喷嘴组中的每个喷嘴组的每个喷嘴。所述多个喷嘴组的每个喷嘴的流量信号基于在步骤810中为每个喷嘴组确定的相应流量。然后该方法返回至步骤802,并且重复进行步骤802至812。

[0040] 应当指出的是,在步骤810中是在假定农业喷洒器100以已知的固定速度行进的情况下对流量进行计算的。在一个实施方式中,农业喷洒器100的速度是使用由控制器402随时间从GPS 404接收到的位置数据来确定的。在步骤810中确定的流量是考虑到农业喷洒器100的速度来确定的。在一个实施方式中,车辆速度可以响应于车辆速度过快而被调节(例如,被控制)成较慢,以允许喷嘴在所有喷嘴都被启用的情况下产生进程液滴(course droplet)。类似地,也可以对其他的拖拉机和喷洒器组件功能进行控制,以产生所需的液滴尺寸和/或施用速率。

[0041] 应当指出的是,可以对每个喷嘴组的每个喷嘴的位置进行确定,并且可以基于每个喷嘴的位置对流量进行确定。然而,一组的喷嘴通常被定位成彼此接近,使得每个喷嘴组的位置足以用于对将农业流体施用至相应区域的流量进行确定。

[0042] 在一个实施方式中,相邻喷嘴组的喷洒重叠。在该实施方式中,相邻喷嘴组的占空比可以是相间的,以提高作物的覆盖率。

[0043] 作物要求和限制可以变化。作物要求可以基于诸如农业流体的浓度等的因素而变化。例如,用水稀释的农业流体可能需要较高的流量。限制也可以变化。例如,一些限制要求不得将农业流体施用至特定区域。替代性地,限制可以要求施用至特定区域的较低流量,而不是不得施用农业流体。

[0044] 前述具体实施方式应当在各个方面被理解为说明性和示例性的,而非限制性的,并且本文所公开的本发明的范围不是由具体实施方式来确定的,而是由根据专利法所允许的全部范围来解释的权利要求确定的。应当理解的是,本文中所示出和所描述的实施方式仅说明本发明的原理,并且本领域技术人员可以在不脱离本发明的范围和精神的情况下实现各种修改。在不脱离本发明的范围和精神的情况下,本领域技术人员可以实现各种其他特征的组合。

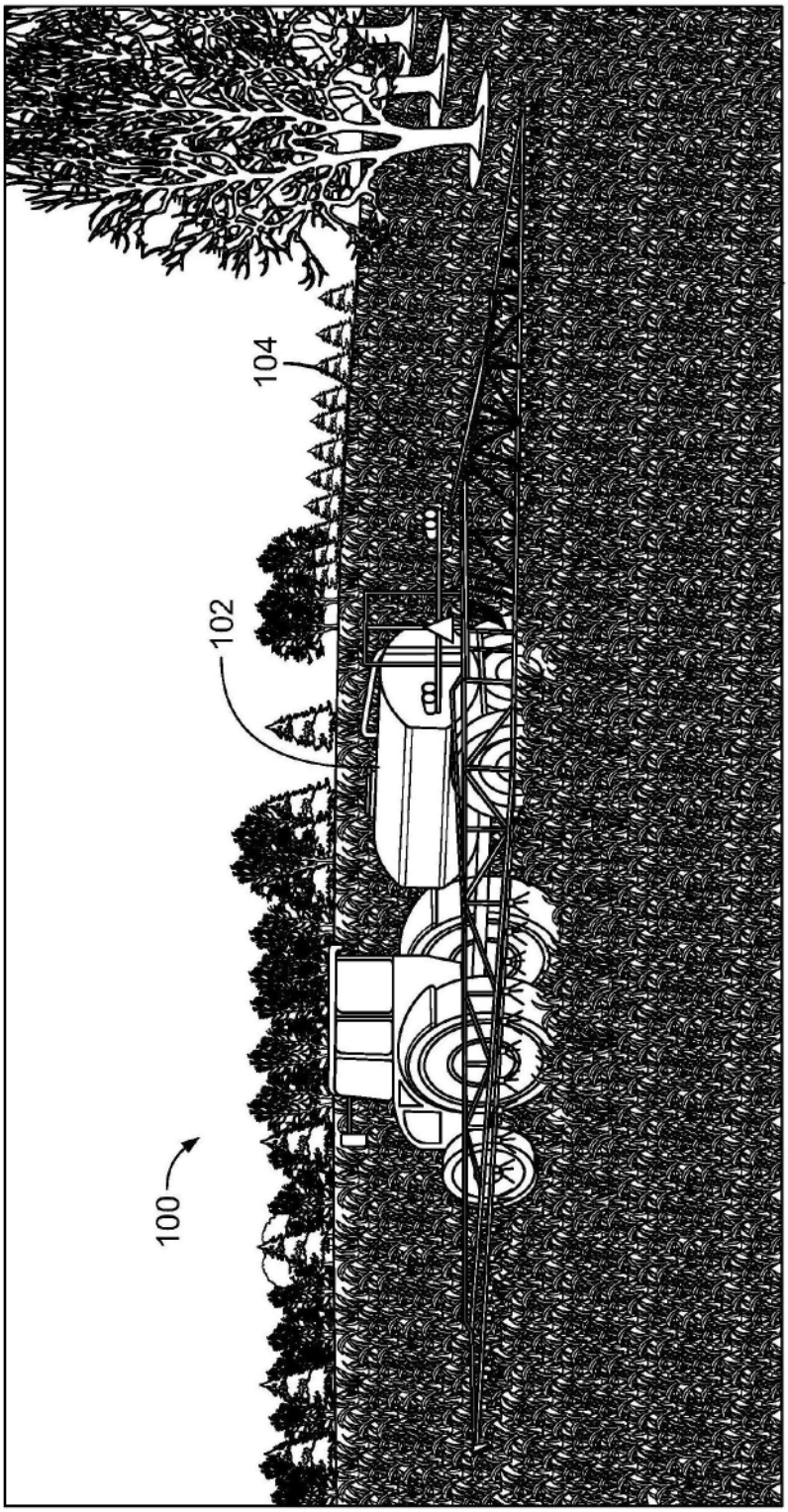


图1

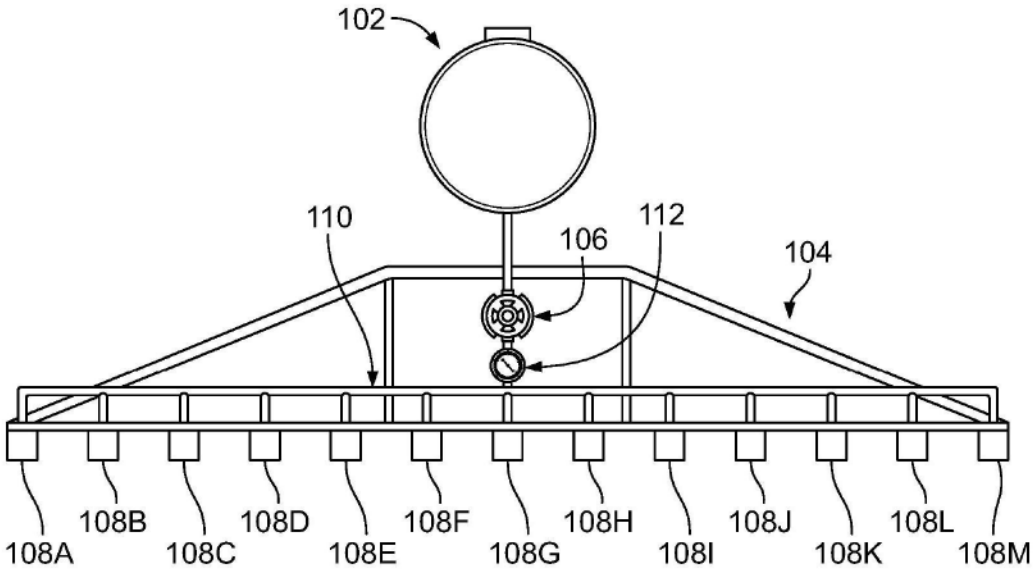

102
110
112
106
104
108A
108B
108C
108D
108E
108F
108G
108H
108I
108J
108K
108L
108M

图2

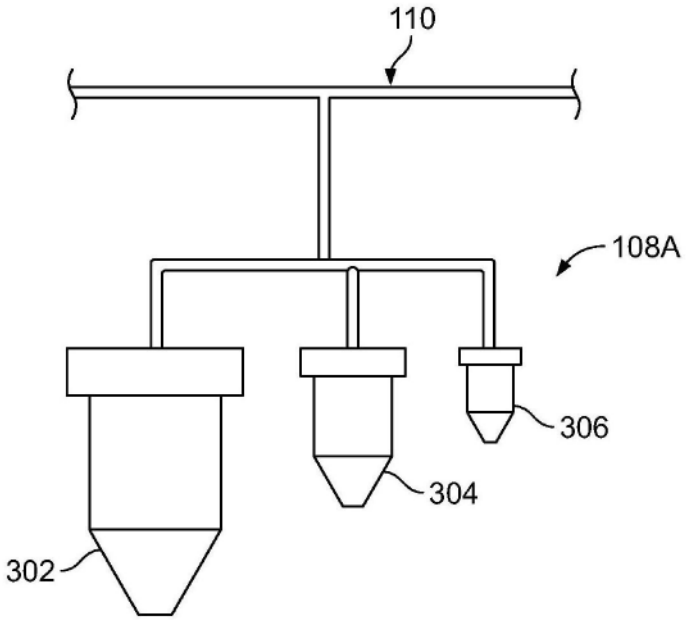

110
108A
306
304
302

图3

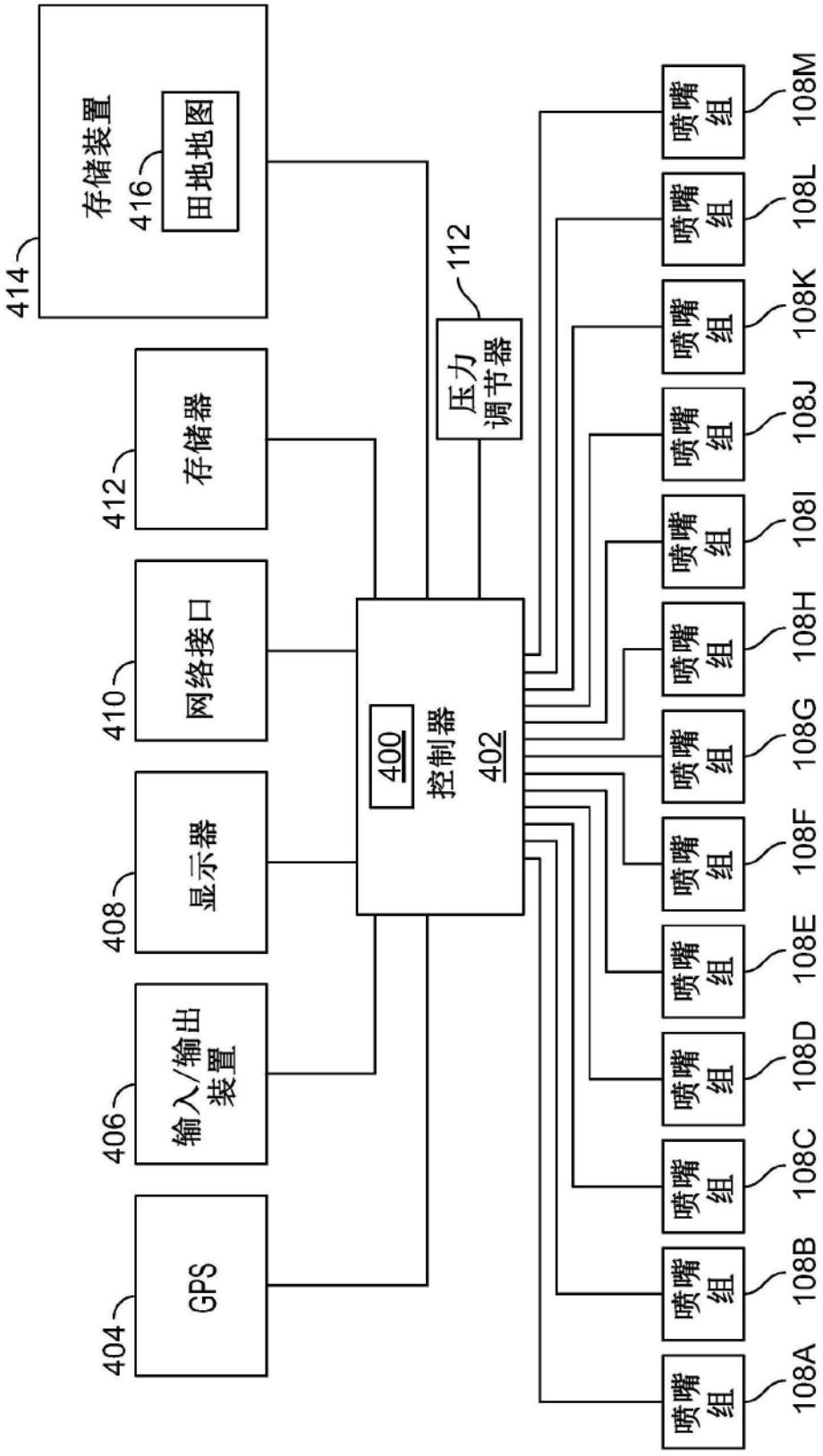

存储装置
416
田地地图
414
112
压力
调节器
存储器
412
网络接口
410
400
控制器
402
显示器
408
输入/输出
装置
406
GPS
404
喷嘴
组
108A
108B
108C
108D
108E
108F
108G
108H
108I
108J
108K
108L
108M

图4

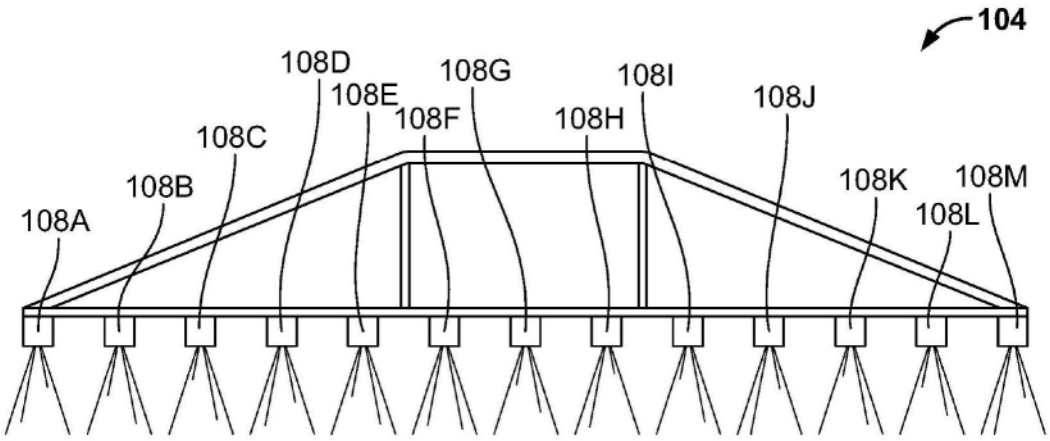

104
108A
108B
108C
108D
108E
108F
108G
108H
108I
108J
108K
108L
108M

图5A

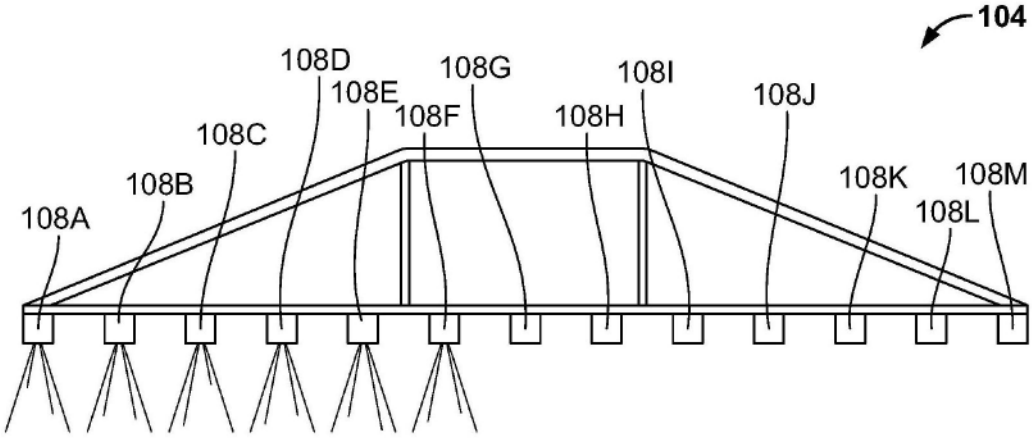

104
108A
108B
108C
108D
108E
108F
108G
108H
108I
108J
108K
108L
108M

图5B

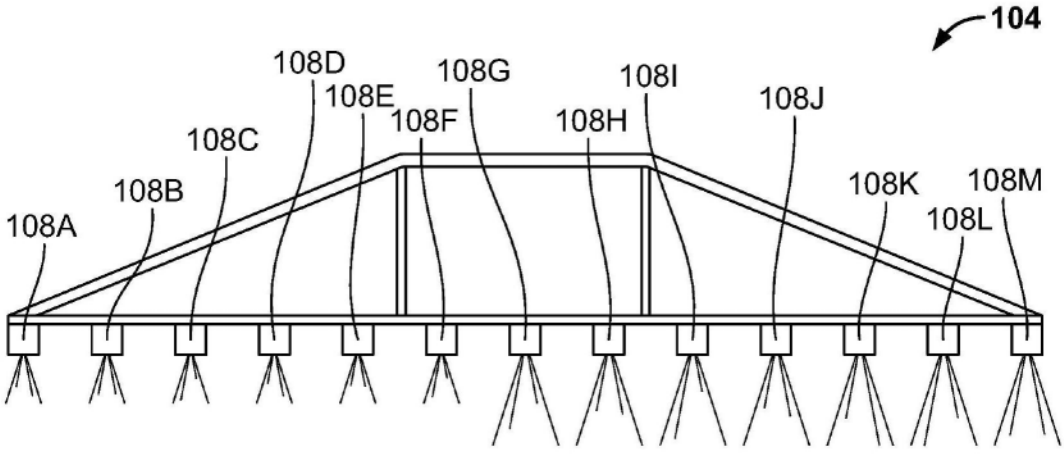

104
108A
108B
108C
108D
108E
108F
108G
108H
108I
108J
108K
108L
108M

图5C

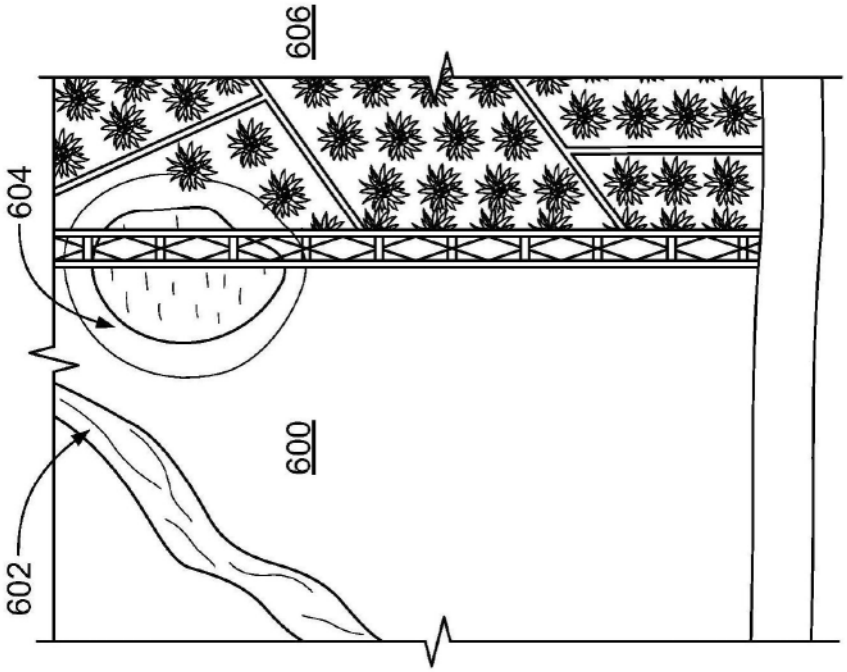


图6

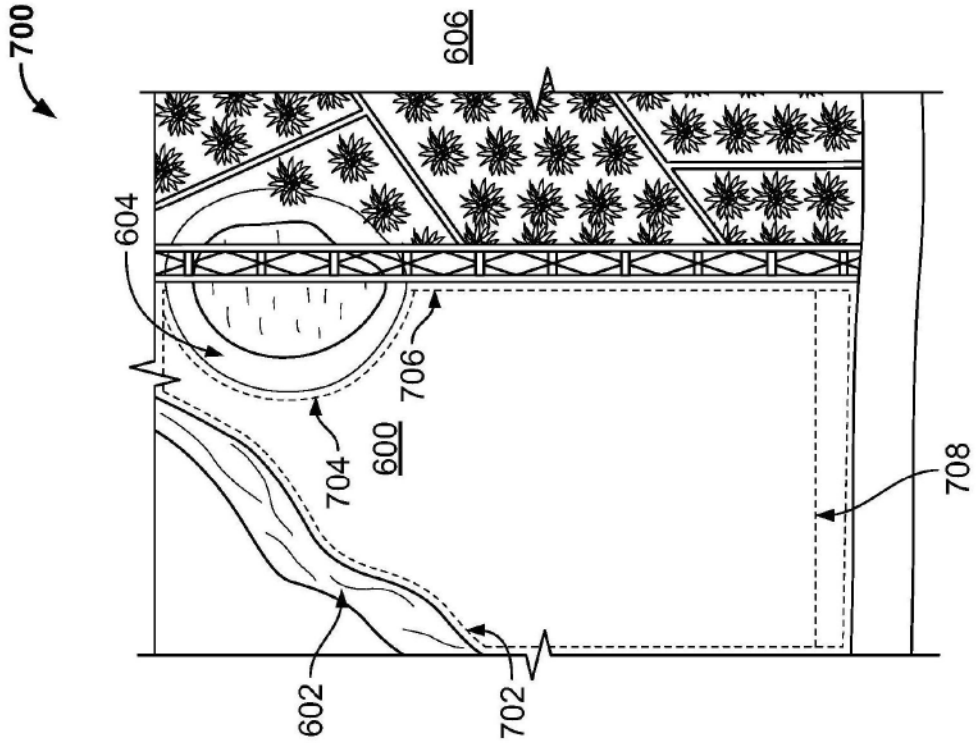


图7

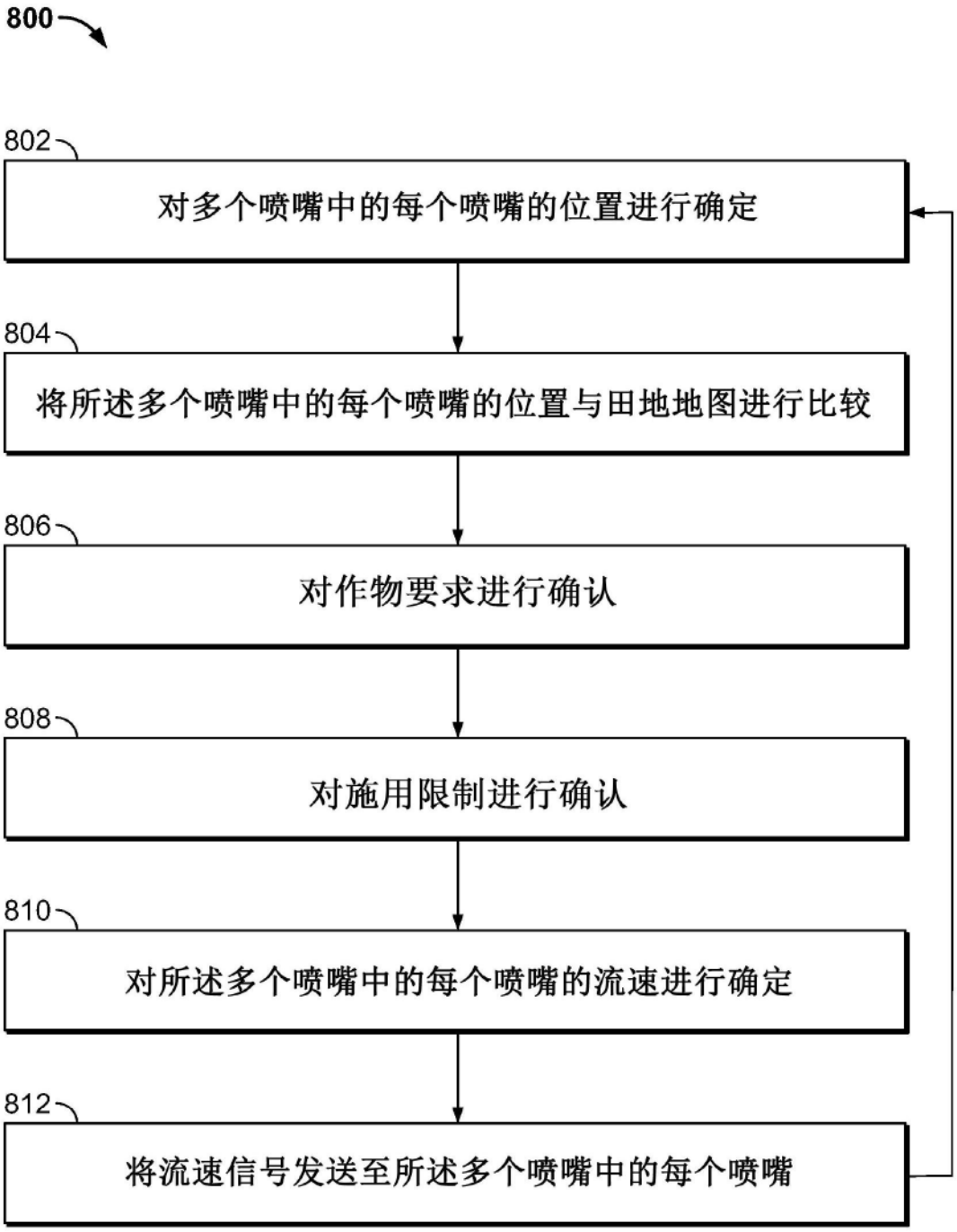

800
802
对多个喷嘴中的每个喷嘴的位置进行确定
804
将所述多个喷嘴中的每个喷嘴的位置与田地地图进行比较
806
对作物要求进行确认
808
对施用限制进行确认
810
对所述多个喷嘴中的每个喷嘴的流速进行确定
812
将流速信号发送至所述多个喷嘴中的每个喷嘴

图8