



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110447394 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 29

(21) 申请号 201910373307.9

(22) 申请日 2019.05.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110447394 A

(43) 申请公布日 2019.11.15

(30) 优先权数据
15/972,695 2018.05.07 US

(73) 专利权人 凯斯纽荷兰(中国)管理有限公司
地址 200131 上海市浦东新区外高桥保税
区马吉路2号10层

(72) 发明人 小肯尼思·塞德斯

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
专利代理师 曾祥生

(51) Int.Cl.

A01D 67/00 (2006.01)

A01B 63/14 (2006.01)

A01B 63/12 (2006.01)

A01B 63/111 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2011203243 A1, 2011.08.25

JP 2008220322 A, 2008.09.25

CN 1098520 A, 1995.02.08

审查员 田慧卿

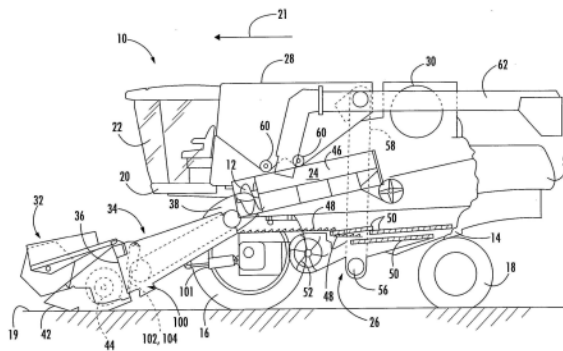
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于控制农业器具相对于地面的高度的方法和系统

(57) 摘要

在一个方面,公开了一种用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法。该方法可以包括:监测器具的高度和车辆速度;通过将器具的高度与预定目标高度进行比较来确定器具高度误差;和根据灵敏度设定计算灵敏度因子。当监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子可以等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值。该方法可以包括:当监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值;和基于器具高度误差和灵敏度因子调节器具相对于地面的高度。



1. 一种用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法,所述方法包括:
利用一个或多个计算装置监测器具相对于地面的高度和作业车辆相对于地面的车辆速度中的每一个;

通过将器具的高度与预定目标高度进行比较,利用所述一个或多个计算装置确定器具高度误差;

利用所述一个或多个计算装置基于灵敏度设定计算灵敏度因子,并且其中,当所监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值;其中所述灵敏度设定基于特定车辆速度设定、作物类型、作物高度或地面质量;

当所监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时,利用所述一个或多个计算装置将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值;以及

基于器具高度误差和灵敏度因子,利用所述一个或多个计算装置调节器具相对于地面的高度,

其中滞后函数能够应用于灵敏度因子,所述滞后函数包括相对于预定速度阈值的切换点和复位点,

其中切换点被定义为预定速度阈值,复位点被定义为预定速度阈值加上滞后阈值,并且

其中当监测的车辆速度变得小于切换点时,滞后函数使灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值,并且仅当所监测的车辆速度随后变得大于复位点时,滞后函数使灵敏度因子返回到第一恒定灵敏度值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中减小灵敏度因子包括基于所监测的车辆速度缩放灵敏度因子,使得当所监测的车辆速度小于预定速度阈值时,灵敏度因子随所监测的车辆速度而变化。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中基于所监测的车辆速度缩放灵敏度因子包括基于所监测的车辆速度线性地缩放灵敏度因子。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中减小灵敏度因子包括应用不连续函数,使得当所监测的车辆速度小于预定速度阈值时,灵敏度因子等于第二恒定灵敏度值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中减小灵敏度因子包括应用不连续函数,使得当所监测的车辆速度低于预定速度阈值时,灵敏度因子随着所监测的车辆速度降低而逐步减小。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤中的至少一个:

基于比例信号增益和器具高度误差的乘积计算比例信号,比例信号增益基于灵敏度因子,并且其中调节器具相对于地面的高度包括基于比例信号调节器具的高度;或者

基于器具高度误差相对于时间的积分计算积分信号,并且其中调节器具的高度包括进一步基于积分信号调节器具的高度。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括从作业车辆的操作者接收灵敏度设定。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中灵敏度设定与车辆速度设定相关联,该车辆速度设定适合于利用器具相对于地面执行农业操作。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中调节器具的高度包括控制与致动器流体地联接的阀,该致动器构造成升高和降低器具。

10. 一种用于农业作业车辆的器具的高度控制系统,所述高度控制系统包括:

器具,该器具与农业作业车辆连接;

器具高度传感器,该器具高度传感器被配置为检测器具相对于地面的高度;

控制器,该控制器通信地联接到器具高度传感器,控制器包括处理器和相关的存储器,存储器存储指令,当由处理器执行时,这些指令将器具控制器配置为:

基于从器具高度传感器接收的信号,监测作业车辆相对于地面的车辆速度和器具相对于地面的高度中的每一个;

通过将器具的高度与预定目标高度进行比较来确定器具高度误差;

基于灵敏度设定计算灵敏度因子,并且其中,当所监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值;其中所述灵敏度设定基于特定车辆速度设定、作物类型、作物高度或地面质量;

当所监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时,将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值;以及

基于器具高度误差和灵敏度因子,调节器具相对于地面的高度,

其中滞后函数能够应用于灵敏度因子,所述滞后函数包括相对于预定速度阈值的切换点和复位点,

其中切换点被定义为预定速度阈值,复位点被定义为预定速度阈值加上滞后阈值,并且

其中当监测的车辆速度变得小于切换点时,滞后函数使灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值,并且仅当所监测的车辆速度随后变得大于复位点时,滞后函数使灵敏度因子返回到第一恒定灵敏度值。

11. 根据权利要求10所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为基于所监测的车辆速度缩放灵敏度因子,使得当所监测的车辆速度小于预定速度阈值时,灵敏度因子随所监测的车辆速度而变化。

12. 根据权利要求11所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为基于所监测的车辆速度线性地缩放灵敏度因子。

13. 根据权利要求10所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为应用不连续函数,使得当所监测的车辆速度小于预定速度阈值时,灵敏度因子等于第二恒定灵敏度值。

14. 根据权利要求10所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为应用不连续函数,使得当所监测的车辆速度低于预定速度阈值时,灵敏度因子随着所监测的车辆速度降低而逐步减小,包括随后减小预定灵敏度值。

15. 根据权利要求10所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为基于比例信号增益和器具高度误差的乘积来计算比例信号,比例信号增益基于灵敏度因子,并且其中控制器进一步被配置为基于比例信号调节器具的高度。

16. 根据权利要求10所述的高度控制系统,其中控制器进一步被配置为基于器具高度误差相对于时间的积分计算积分信号,并且其中调节器具的高度包括进一步基于积分信号调节器具的高度。

17. 根据权利要求10所述的高度控制系统,还包括操作者界面,并且其中控制器进一步被配置为经由操作者界面从作业车辆的操作者接收灵敏度设定。

18. 根据权利要求17所述的高度控制系统,其中灵敏度设定与速度设定相关联,该速度

设定适合于利用器具相对于地面执行农业操作。

19. 根据权利要求10所述的高度控制系统,还包括致动器和控制阀,该致动器构造成相对于地面升高和降低器具,该控制阀与致动器流体地联接,并且其中控制器被配置为使用控制阀控制流体到致动器的流动,以调节器具相对于地面的高度。

20. 一种用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法,所述方法包括:
利用一个或多个计算装置监测器具相对于地面的高度和作业车辆相对于地面的车辆速度中的每一个;

通过将器具的高度与预定目标高度进行比较,利用所述一个或多个计算装置确定器具高度误差;

利用所述一个或多个计算装置基于灵敏度设定计算灵敏度因子;其中所述灵敏度设定基于特定车辆速度设定、作物类型、作物高度或地面质量;以及

基于器具高度误差和灵敏度因子,利用所述一个或多个计算装置调节器具相对于地面的高度;

其中:

当车辆的速度大于或等于预定速度阈值时,使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第一关系计算灵敏度因子,并且

当车辆的速度小于预定速度阈值时,使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第二关系来计算灵敏度因子,使得灵敏度因子小于当车辆的速度大于或等于预定速度阈值时的灵敏度因子,

其中滞后函数能够应用于灵敏度因子,所述滞后函数包括相对于预定速度阈值的切换点和复位点,

其中切换点被定义为预定速度阈值,复位点被定义为预定速度阈值加上滞后阈值,并且

其中当监测的车辆速度变得小于切换点时,滞后函数使灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值,并且仅当所监测的车辆速度随后变得大于复位点时,滞后函数使灵敏度因子返回到第一恒定灵敏度值。

用于控制农业器具相对于地面的高度的方法和系统

技术领域

[0001] 本主题总体上涉及用于农业器具的高度控制系统,并且更具体地,涉及用于控制农业器具相对于地面的高度的方法和系统。

背景技术

[0002] 收割机是一种用于收割和处理作物的农业机械。例如,草料收割机可用于切割和粉碎青贮作物,例如草和谷物。类似地,联合收割机可用于收割谷粒作物,例如小麦、燕麦、黑麦、大麦、玉米、大豆和亚麻或亚麻籽。一般而言,目标是在机械在田地的特定部分上通过一次时完成传统上不同的几个过程。在这方面,大多数收割机配备有可拆卸的收割器具,例如收割台,其从田地切割和收集作物并将作物进给到基础收割机以进行进一步处理。

[0003] 常规上,大多数收割机的操作需要操作者的大量操作参与和控制。例如,参考联合收割机,操作者通常需要控制各种操作参数,例如联合收割机的方向、联合收割机的速度、联合收割机收割台的高度、通过联合收割机清理风扇的空气流量、储存在联合收割机上的收割作物的量和/或类似物。为了解决这些问题,许多现有的联合收割机利用自动割台高度和倾斜控制系统来保持在地面上方的恒定切割高度,而不管相对于基础联合收割机的地面轮廓或地面位置如何。例如,已知利用电子控制的高度和倾斜缸来基于传感器测量值自动调节收割台相对于地面的高度和侧向取向或倾斜。

[0004] 某些系统允许操作者根据正在执行的农业操作的期望响应性来调节系统的灵敏度。然而,如果选择灵敏度设定来执行对于慢速而言太高的农业操作,则当作业车辆的速度降低时,系统可能变得不稳定和/或不安全。例如,当作业车辆减速转弯或在农业操作结束时,这可能发生。

[0005] 因此,在该技术中将欢迎用于控制农业器具相对于地面的高度的改进的方法和相关系统,其解决了上述一个或多个问题。

发明内容

[0006] 本发明的各方面和优点将在以下描述中部分地阐述,或者可以从描述中显而易见,或者可以通过实践本发明来学习。

[0007] 在一个方面,本主题涉及用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法。该方法可以包括利用一个或多个计算装置监测器具相对于地面的高度和作业车辆相对于地面的车辆速度中的每一个。该方法可以包括通过将器具的高度与预定目标高度进行比较,利用所述一个或多个计算装置确定器具高度误差。该方法可以包括利用所述一个或多个计算装置基于灵敏度设定计算灵敏度因子。当监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子可以等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值。该方法可以包括当所监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时,利用所述一个或多个计算装置将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值。该方法可以包括基于器具高度误差和灵敏度因子,利用所述一个或多个计算装置调节器具相对于地面的高度。

[0008] 在另一方面,本主题涉及一种用于农业作业车辆的器具的高度控制系统。控制系统可包括与农业作业车辆连接的器具和器具高度传感器,器具高度传感器构造成检测器具相对于地面的高度。控制系统可包括通信地联接到器具高度传感器的控制器。控制器可以包括处理器和相关的存储器。存储器可以存储指令,当由处理器执行时,这些指令配置器具控制器以执行操作。操作可以包括基于从器具高度传感器接收的信号,监测作业车辆相对于地面的车辆速度和器具相对于地面的高度中的每一个。方法可以包括通过将器具的高度与预定目标高度进行比较来确定器具高度误差。方法可以包括基于灵敏度设定计算灵敏度因子。当监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子可以等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值。方法可以包括当监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值。方法可以包括基于器具高度误差和灵敏度因子调节器具相对于地面的高度。

[0009] 在另一个方面,本主题涉及用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法。该方法可以包括利用一个或多个计算装置监测器具相对于地面的高度和作业车辆相对于地面的车辆速度中的每一个。该方法可以包括通过将器具的高度与预定目标高度进行比较,利用所述一个或多个计算装置确定器具高度误差。该方法可以包括利用所述一个或多个计算装置基于灵敏度设定计算灵敏度因子。该方法可以包括基于器具高度误差和灵敏度因子,利用所述一个或多个计算装置调节器具相对于地面的高度。当车辆的速度大于或等于预定速度阈值时,可以使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第一关系计算灵敏度因子。当车辆的速度小于预定速度阈值时,可以使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第二关系来计算灵敏度因子,使得灵敏度因子小于当车辆的速度大于或等于预定速度阈值时的灵敏度因子。

[0010] 参考以下描述和所附权利要求,将更好地理解本发明的这些和其它特征、方面和优点。包含在本说明书中并构成本说明书一部分的附图示出了本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0011] 在参考附图的说明书中阐述了针对本领域普通技术人员的本发明的完整且可实现的公开,包括其最佳模式,其中:

[0012] 图1示出了根据本主题的各方面的农业车辆的一个实施例的简化局部截面侧视图;

[0013] 图2示出了根据本主题的各方面的用于农业收割机的液压系统的一个实施例的简化示意图;

[0014] 图3示出了根据本主题的各方面的用于控制农业器具相对于地面的高度的系统的一个实施例的示意图;

[0015] 图4示出了根据本主题的各方面的用于控制农业器具相对于地面的高度的方法的一个实施例的流程图;

[0016] 图5A和5B示出了根据本主题的各方面的灵敏度因子和车辆速度之间的示例性关系,其中将不连续函数应用于灵敏度因子;

[0017] 图6A至6D示出了根据本公开另外的实施例的灵敏度因子和车辆速度之间的示例

性关系;以及

[0018] 图7示出了根据本公开另一实施例的灵敏度因子和车辆速度之间的一组示例性关系。

具体实施方式

[0019] 现在将详细参考本发明的实施例,其一个或多个示例在附图中示出。提供每个示例是为了解释本发明,而不是限制本发明。事实上,对于本领域技术人员来说显而易见的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可以在本发明中进行各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分示出或描述的特征可以与另一个实施例一起使用,以产生又一个实施例。因此,本发明旨在覆盖落入所附权利要求及其等同物的范围内的这些修改和变化。

[0020] 总体上,本主题涉及用于控制与农业车辆相关联的器具的高度的控制系统。例如,比例积分(“PI”)或比例-积分-微分(“PID”)控制系统可用于监测和控制器具相对于地面的高度。

[0021] 在一个实施例中,控制器可以以提供可变灵敏度或响应性的方式调节器具相对于地面的高度。例如,灵敏度因子可以充当控制器的一个或多个信号(例如比例、积分或微分)的增益。灵敏度可以至少部分地基于车辆相对于地面的速度而变化。例如,作业车辆的操作者可以输入期望的灵敏度设定。灵敏度设定可以指示系统的期望响应性。例如,操作者可以基于作物类型、作物高度和地面质量(包括表面均匀或不均匀的程度)输入灵敏度设定。在一些实施例中,灵敏度设定可以与特定车辆速度设定(或车辆速度设定范围)相关联,该特定车辆速度设定适合于利用器具相对于地面执行农业操作。例如,操作者可以选择灵敏度设定以在典型的收割速度(例如每小时4英里)下进行收割。然而,当操作者降低作业车辆的速度(例如转向或停止)时,所选择的灵敏度设定可能导致系统对于降低的速度过于敏感。这可能不合需要地导致系统不稳定,包括器具高度的快速调节和/或过度校正。相反,控制器可以被配置为响应于作业车辆减速而降低系统的灵敏度。

[0022] 车辆速度的微小变化可能不利于影响系统的灵敏度。相反,当作业车辆的速度降低到阈值速度以下时,控制器可以降低系统的灵敏度。作为示例,阈值可以是适合于正在执行的农业操作的下限。

[0023] 现在参考附图,图1示出了作业车辆(例如收割机10)的一个实施例的简化的局部剖视侧视图。收割机10可以构造为轴流式联合收割机,其中作物物料在通过纵向布置的转子12前进并且沿着纵向布置的转子12前进时被脱粒和分离。收割机10可包括底盘或主框架14,底盘或主框架具有一对从动接地前轮16和一对可转向后轮18。轮16、18可以构造成相对于地面19支撑收割机10并且使收割机10相对于地面19沿向前运动方向21运动。另外,具有操作者驾驶室22的操作者平台20、脱粒和分离组件24、谷粒清理组件26和保持箱28可以由框架14支撑。另外,如通常所理解的,收割机10可包括安装在框架14上的发动机和变速器。变速器可以可操作地联接到发动机并且可以提供可变地调节的传动比,用于经由驱动轴组件(或者如果采用多个驱动轴,则经由这些轴)将发动机动力传递到轮16、18。

[0024] 此外,如图1所示,收割器具(例如收割台32)和相关的进给器34可以在主框架14的前方延伸,并且可以枢转地固定到主框架,以进行大致竖直的运动。通常,进给器34可以构造为用作收割台32的支撑结构。如图1所示,进给器34可以在联接到收割台32的前端部36和

邻近脱粒和分离组件24定位的后端部38之间延伸。如通常所理解的,进给器34的后端部38可枢转地联接到收割机10的一部分,以允许进给器34的前端部36并因此允许收割台32相对于地面19向上和向下运动,以设定用于收割台32的期望收割或切割高度。

[0025] 当收割机10在具有直立作物的田地上向前推进时,作物物料通过收割台32的前部处的镰刀杆42从茬上切下,并通过收割台螺旋输送机44输送到进给器34的前端部36,该进给器将切割的作物供应到脱粒和分离组件24。如通常所理解的,脱粒和分离组件24可包括圆柱形腔室46,转子12在该圆柱形腔室中旋转以脱粒并分离容纳在该圆柱形腔室中的作物。也就是,在转子12和腔室46的内表面之间摩擦和打击作物,从而使谷粒、种子或类似物松散并与秸秆分离。

[0026] 由脱粒和分离组件24分离的作物物料落在一系列盘48和相关的筛50上,分离的作物物料通过盘48和/或筛50的摆动而展开并最终穿过筛50中限定的孔口而落下。另外,清理风扇52可以邻近一个或多个筛50定位,以提供通过筛50的空气流,该空气流从作物物料中去除谷壳和其它杂质。例如,风扇52可以将杂质从作物物料中吹出,以通过位于收割机10的后端部处的秸秆罩54的出口从收割机10排出。

[0027] 然后,穿过筛50的经过清理的作物物料可落入螺旋输送机56的槽中,该螺旋输送机可构造成将作物物料传送到升降机58以输送到相关的保持箱28。另外,在保持箱28的底部处的一对箱螺旋输送机60可用于将清理的作物物料侧向推动到卸载管62以从收割机10排出。

[0028] 此外,在若干实施例中,收割机10还可包括液压系统100,该液压系统构造成调节收割台32相对于地面19的高度,以便在收割台32和地面19之间保持期望的切割高度。液压系统100可包括高度控制缸101,该高度控制缸构造成调节收割台32相对于地面的高度。例如,在一些实施例中,高度控制缸101可以联接在进给器34和框架14之间,使得高度控制缸101可以使进给器34枢转以使收割台32相对于地面19升高。在一些实施例中,液压系统100还可包括联接在收割台32和进给器34之间的第一和第二倾斜缸102、104,以允许收割台32相对于地面19倾斜或者相对于进给器34横向地或侧向地枢转。

[0029] 现在参考图2,根据本主题的各方面示出了上面参考图1描述的液压系统100的一个实施例的简化示意图。如图所示,收割台32通常可以在第一侧向端部106和第二侧向端部108之间横向地或沿长度方向(图2中的箭头105所示)延伸。另外,收割台32可以在其第一和第二侧向端部106、108之间的位置处联接到进给器34,以允许收割台32相对于进给器34沿侧向倾斜(例如,如图2中箭头112、114所示)。例如,收割台32可以大致在收割台32的中心110处联接到进给器34。高度控制缸101可以构造成相对于收割机的框架14升高和降低进给器34的端部(例如,如箭头115所示)。侧向倾斜缸102、104可以构造成使收割台32相对于地面19沿侧向倾斜(例如,如箭头112、114所示)。在一些实施例中,倾斜缸102、104还可以构造成相对于进给器34升高和降低收割台32(例如,如箭头113所示)。

[0030] 如上所述,液压系统100可包括高度控制缸101以及一个或多个倾斜缸102、104。例如,如图示实施例中所示,第一倾斜缸102可以沿着收割台32和进给器34之间的连接的一个侧向侧面联接在收割台32和进给器34之间,并且第二倾斜缸104可以沿着收割台32和进给器34之间的连接的相对侧向侧面联接在收割台32和进给器34之间。通常,可以控制高度控制缸101和倾斜缸102、104的操作(例如,通过相关的控制器)以调节收割台32相对于地面19

的高度和角度。例如,可以在收割台32上设置一个或多个高度传感器116、118、119,以监测在收割台32和地面19之间限定的一个或多个相应的局部距离或高度120。具体地,如图2所示,第一高度传感器116可以设置在收割台32的第一侧向端部106处或附近,第二高度传感器118可以设置在收割台32的第二侧向端部108处或附近。在一些实施例中,第三高度传感器119可以设置在收割台32的中心110处或附近。在这样的实施例中,当高度传感器116、118、119中的一个检测到在收割台32和地面19之间限定的局部高度120与期望高度不同(或落在期望高度范围之外)时,可以主动地控制高度控制缸101和或倾斜缸102、104,以调节收割台32的高度和/或倾斜,从而将收割台32相对于地面19保持在期望高度处(或在期望高度范围内)。在一些实施例中,期望高度可以由高度传感器116、118、119中的一个或多个测量的局部高度120的平均值、加权平均值或其它合适的数学组合。

[0031] 现在参考图3,提供了根据本主题的各方面的控制系统200的一个实施例的示意图,其用于自动控制农业器具(例如上述收割机10的收割台32)相对于地面19的高度。整体上,这里将参考图1和2中所示的收割机10和收割台32来描述控制系统200。然而,应当理解,所公开的控制系统200可以被实施为控制与具有任何其它合适构造的作业车辆相关联的任何合适的农业器具的高度。

[0032] 如图所示,控制系统200通常可包括安装在收割机10上的和/或以其它方式提供的与收割机10操作地相关联的控制器202。整体上,所公开的系统200的控制器202可以对应于任何合适的基于处理器的装置,例如计算装置或计算装置的任何组合。因此,在若干实施例中,控制器202可以包括一个或多个处理器206和相关联的存储器装置208,其被配置为执行各种计算机实施的功能。如这里所使用的,术语“处理器”不仅指的是本领域中称为包括在计算机中的集成电路,还指控制器、微控制器、微计算机、可编程逻辑控制器(PLC)、专用集成电路和其它可编程电路。另外,控制器202的存储器装置208通常可以包括存储元件,包括但不限于计算机可读介质(例如,随机存取存储器(RAM))、计算机可读非易失性介质(例如,闪存)、光盘只读存储器(CD-ROM)、磁光盘(MOD)、数字通用光盘(DVD)和/或其它合适的存储元件。这样的存储器装置208通常可以被配置为存储合适的计算机可读指令,当由处理器206实施时,这些计算机可读指令配置控制器202以执行各种计算机实施的功能,例如以下参考图4描述的用于控制器具的高度的方法300的一个或多个方面。

[0033] 此外,控制器202还可以包括各种其它合适的部件,例如通信电路或模块、网络接口、一个或多个输入/输出通道、数据/控制总线和/或类似物,以允许控制器202与这里描述的各种其它系统部件通信地联接。在一些实施例中,控制器202可以配置成监测和/或控制收割机10的发动机210和变速器212。

[0034] 仍然参考图3,控制器202通常可以配置成控制收割机10的一个或多个部件的操作。例如,在若干实施例中,控制器202可以被配置为控制调节收割台32相对于地面19的高度的一个或多个部件的操作。例如,控制器202可以通信地联接到一个或多个控制阀218,控制阀构造成调节流体(例如,液压流体或空气)到一个或多个相应的致动器220的供应。在一些实施例中,致动器220可以对应于上面参考图1和2描述的高度控制缸101、第一倾斜缸102和/或第二倾斜缸104,并且控制阀218可以对应于与缸101、102、104相关联的一个或多个阀。

[0035] 此外,如图示实施例中所示,车辆控制器202可以通信地联接到作业车辆10的用户

界面222。通常,用户界面222可以对应于位于作业车辆10的舱室22内的被配置为允许操作者向车辆控制器202提供操作者输入的任何合适的输入装置,例如触摸屏显示器、键盘、操纵杆、按钮、旋钮、开关和/或其组合。操作者可以经由用户界面222向系统200提供各种输入。在一个实施例中,合适的操作者输入可以包括但不限于用于器具的目标高度、指示合适的目标收割台高度的作物类型和/或特征、和/或与控制器具的高度相关联的任何其它参数。

[0036] 另外,控制器202还可以通信地联接到与收割台32相关联的各种传感器。例如,如图3所示,播种机控制器104可以联接到一个或多个收割台高度传感器224,收割台高度传感器被配置为监测收割台32相对于地面19的高度。在一个实施例中,收割台高度传感器224可以对应于上面参考图2描述的高度传感器116、118、119中的一个或多个,其被配置为监测在收割台32和地面19之间限定的局部距离或高度120。

[0037] 控制器202还可以通信地联接到一个或多个地速传感器226。地速传感器226可以被配置为测量作业车辆10的轮的旋转速度,或者被配置为使用任何合适的传感器类型测量作业车辆10和/或收割台32的地面速度。

[0038] 图4示出了根据本主题的各方面的用于自动控制农业作业车辆的器具相对于地面的高度的方法300的一个实施例的流程图。尽管图4描绘了出于说明和讨论的目的以特定顺序执行的步骤,但是本文讨论的方法不限于任何特定顺序或布置。使用本文提供的公开内容,本领域技术人员将理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可以以各种方式省略、重新布置、组合和/或调整本文公开的方法的各个步骤。此外,这里将参考图1中所示的收割机10和收割台32来描述方法300。然而,应当理解,可以执行所公开的方法300以控制与具有任何其它合适构造的作业车辆相关联的任何合适的农业器具的高度。

[0039] 参考图4,方法300可以包括在(302)处监测器具相对于地面的高度以及作业车辆相对于地面的车辆速度中的每一个。例如,控制器202可以从收割台高度传感器224(例如,高度传感器116、118、119,其被配置为监测在收割台32和地面19之间限定的局部距离或高度120)接收信号。控制器202可以被配置为从高度传感器接收信号并将信号转换为高度测量值或高度值。控制器202还可以从地速传感器226接收信号并将这些信号转换为速度测量值或速度值。

[0040] 方法300可以包括在(304)处通过将器具的高度与预定目标高度进行比较来确定器具高度误差。例如,控制器202可以从监测高度减去预定目标高度以确定器具高度误差。因此,当监测高度超过预定目标高度时,器具高度误差可以是正的,并且当预定目标高度超过监测高度时,器具高度误差可以是负的。

[0041] 在一些实施例中,预定目标高度可以基于收割台32的特定模式和/或可以由操作者通过用户界面222输入。例如,如上所述,操作者可以直接输入期望目标高度或者可以输入作物信息或特征,例如作物的类型、条件、高度、密度和/或类似物,控制器可以使用用户界面222从中选择的适当的目标高度。

[0042] 方法300可以包括在(306)处基于灵敏度设定计算灵敏度因子。灵敏度设定可以描述控制系统的期望响应性。可以从作业车辆的操作者接收灵敏度设定。例如,作业车辆的操作者可以经由用户界面222输入灵敏度设定。灵敏度设定可以与车辆速度设定相关联,该车辆速度设定适合于利用器具相对于地面执行农业操作。例如,操作者可以选择灵敏度设定

以在典型的收割速度(例如每小时4英里)下进行收割。操作者可以基于许多因素选择灵敏度设定,例如要收割的作物类型、作物高度和地面特征。

[0043] 当监测的车辆速度大于预定速度阈值时,灵敏度因子可以等于与灵敏度设定成比例的第一恒定灵敏度值。例如,控制器202可以选择灵敏度因子,使得利用操作者期望的期望灵敏度或响应性来调节器具高度。例如,可以根据灵敏度因子增益和灵敏度因子偏移来计算第一恒定灵敏度值(例如,使用诸如 $y=mx+b$ 的线性关系,其中 m 是增益,并且 b 是偏移)。在一些实施例中,可以应用饱和度函数,其防止所得灵敏度因子对于车辆速度、目标器具高度和/或任何其它合适的操作参数而言太低或太高。

[0044] 方法300可以包括在(308)处当监测的车辆速度变得小于预定速度阈值时将灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值。例如,操作者可首先如上所述设定期望灵敏度,但随后使车辆减速,例如,低于用于执行农业操作的合适速度。如果不进行调节,系统的灵敏度可能会在如此降低的速度下过大。这可能不期望地导致系统不稳定,例如过度校正。控制器202可以减小灵敏度因子,使得系统的灵敏度降低,这可以防止系统不稳定和/或过度校正。根据本公开的各种实施例,可以在(306)处计算灵敏度因子,并且在(308)处减小灵敏度因子。下面讨论用于计算和减小灵敏度因子的示例性关系,例如参考图5A、5B和6A-6D。

[0045] 可以基于系统的动态特性来选择预定速度阈值,例如器具的重量、器具的尺寸、可以调节器具高度的最大安全速率等。预定速度阈值还可以根据收割机或器具的各种特性和/或农业操作的操作参数而变化。例如,这些特征和参数可以包括正在执行的农业操作的类型、目标器具高度、已经选择的灵敏度设定、与灵敏度设定相关联的车辆速度设定、和/或任何其它合适的参数。

[0046] 方法300可以包括在(310)处基于器具高度误差和灵敏度因子调节器具相对于地面的高度。例如,控制器202可以控制阀218以调节流体(例如,液压流体或空气)到一个或多个相应的致动器220的供应。如上所述,在一个实施例中,致动器220可对应于高度控制缸101、第一倾斜缸102和/或第二倾斜缸104,并且控制阀218可对应于与缸101、102、104相关联的一个或多个阀。尽管示出为单独的操作,但是应当理解,可以在先前描述的操作期间调节器具的高度,使得降低灵敏度因子改变了器具的高度被调节的方式。

[0047] 在一些实施例中,控制器可以配置为修改的PI或PID控制器。下面的等式示出了根据本公开的各方面的修改的PID控制器的输出信号 $u(t)$,其中 $e(t)$ 表示作为时间 t 的函数的器具高度误差; K_p 、 K_i 和 K_d 分别表示每个比例、积分和微分信号分量的恒定增益;和 S 代表灵敏度因子:

$$[0048] \quad u(t) = (S + K_p)e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de}{dt} \quad (1)$$

[0049] 在该实施例中,灵敏度因子被加到由 K_p 表示的比例信号增益上。因此,灵敏度因子的增加导致更大的比例信号和来自系统的更快响应。在其它实施例中,灵敏度因子可以与比例信号增益相乘。

[0050] 在替代实施例中,灵敏度因子可用于调节积分信号或微分信号。例如,灵敏度因子可以与积分信号增益或微分信号增益相加或相乘。在其它实施例中,灵敏度因子可以与比例、积分或微分信号增益中的至少两个相加或相乘。在进一步的实施例中,灵敏度因子可以与系统的总输出信号 $u(t)$ 相乘。

[0051] 图5A和5B示出了根据本公开的各方面的灵敏度因子和车辆速度之间的示例性关系。例如,图5A示出了一个实施例,其中可以应用不连续函数,使得当监测到的车辆速度小于预定速度阈值时灵敏度因子等于第二恒定灵敏度值。

[0052] 当车辆速度大于预定速度阈值(在图5A中由 T_1 表示)时,灵敏度因子可等于第一恒定灵敏度值(在图5A中由 K_1 表示)。当车辆速度降低到低于预定速度阈值时,灵敏度因子可以等于第二恒定灵敏度值(在图5A中由 K_2 表示)。一旦车辆速度降低到预定速度阈值以下,这可能导致系统的整体灵敏度降低。

[0053] 图5B示出了根据本公开另一实施例的灵敏度因子和车辆速度之间的另一示例性关系。可以应用不连续函数,使得当车辆速度降低到低于预定速度阈值(在图5B中由 T_1 表示)时灵敏度因子逐步减小。可以定义随后的预定速度值(在图5B中由 T_n 表示),其小于预定速度阈值。在每个预定速度阈值处,灵敏度因子可以减小到相应的恒定灵敏度值(由 K_n 表示)。

[0054] 图6A至6D示出了根据本公开另外的实施例的灵敏度因子和车辆速度之间的示例性关系。在一些实施例中,灵敏度因子可以基于监测的车辆速度,使得当监测的车辆速度小于预定速度阈值时,灵敏度因子随监测的车辆速度而变化。例如,参考图6A,灵敏度因子可以在第一恒定灵敏度值(在图6A中由 K_1 表示)和第二恒定灵敏度值(在图6A中由 K_2 表示)之间线性缩放。灵敏度因子可以在预定速度阈值(在图6A中由 T_1 表示)处和在超过该阈值的任何速度处等于第一恒定灵敏度值,并且可以在第二预定速度值(在图6A中由 T_2 表示)处和在低于该速度值的任何速度处等于第二恒定灵敏度值。当与参考图5A和5B描述的不连续关系相比时,该线性相关可以在车辆速度降低时提供更平滑的调节。

[0055] 参考图6B,在一些实施例中,灵敏度因子可以具有与车辆速度的连续且平滑的(例如,没有二阶不连续性)关系。参考图6C,在一些实施例中,灵敏度因子可以具有与车辆速度的分段关系。例如,分段关系可以是线性的和连续的。然而,在其它实施例中,分段关系可以是非线性的和/或不连续的。参考图6D,在一些实施例中,灵敏度因子可以以与参考图5B描述的类似方式逐步减小。然而,在该实施例中,预定灵敏度值(在图6D中由 K_n 表示)之间的转换可以是连续的和/或平滑的。

[0056] 图7示出了根据本公开另一实施例的灵敏度因子和车辆速度之间的一组示例性关系。在一些实施例中,当车辆的速度大于或等于预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)时,可以使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第一关系来计算灵敏度因子。当车辆的速度小于预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)时,可以使用灵敏度设定和灵敏度因子之间的第二关系来计算灵敏度因子,使得灵敏度因子小于当车辆的速度大于或等于预定速度阈值时的灵敏度因子。

[0057] 可以从各种合适的数学关系中选择第一和第二关系。第一和第二关系可以包括线性、非线性、连续和/或不连续类型的数学关系,例如关于图5A、5B和6A至6D所讨论的。作为示例,第一和第二关系中的一个或两个可以被定义为线性关系(例如,使用形式 $y=mx+b$,其中 m 表示斜率,并且 b 表示偏移)。第一关系可以具有小于第二关系的斜率,如图7所示。然而,在替代实施例中,第一关系可以具有大于第二关系的斜率。

[0058] 在一些实施例中,操作者可以输入灵敏度设定,例如“基线”灵敏度设定,其与小于第二预定速度阈值(在图7中由 T_2 表示)的车辆速度相关联。可以基于基线灵敏度设定来计

算灵敏度因子。当车辆的速度增加到高于第二预定速度阈值(在图7中由 T_2 表示)时,灵敏度因子可以根据第二关系从基线灵敏度设定增大。当车速超过预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)时,可以根据第一关系增大灵敏度设定。还应该理解的是,在一些实施例中,灵敏度设定可以与车辆速度相关联,该车辆速度大于第二预定速度阈值(在图7中由 T_2 表示)并且小于预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)。在其它实施例中,灵敏度设定可以与大于预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)的车辆速度相关联。在任何情况下,在一些实施例中,该方法可以包括根据第一关系、第二关系和/或本公开的各种其它方面来增大和/或减小灵敏度因子。

[0059] 以类似的方式,可以定义灵敏度因子和车辆速度之间的附加关系,其具有相应的预定速度值。可以针对大于预定速度阈值和/或小于预定速度阈值的相应速度值定义这样的附加关系。例如,在一个实施例中,当作业车辆的速度大于第三预定速度值时,可以根据与作业车辆的速度的第三关系来减小灵敏度因子。第三预定速度值可以大于预定速度阈值(在图7中由 T_1 表示)。例如,当作业车辆以太快而不能安全或正确地执行农业操作的速度行驶时,这可以提供灵敏度因子的减小。在这种情况下,控制器还可以配置成警告操作者和/或抬起器具以避免损坏器具和/或收割机。

[0060] 在一些实施例中,可以采用附加函数和/或特征,其减少或防止由于灵敏度因子被减小或调节而导致的系统响应的突然变化。例如,滞后函数可以应用于灵敏度因子。在一个实施例中,滞后函数可以包括相对于预定速度阈值的切换点和复位点。例如,切换点可以被定义为预定速度阈值,并且复位点可以被定义为预定速度阈值加上滞后阈值。当监测的车辆速度变得小于切换点(例如,预定速度阈值)时,滞后函数可以使灵敏度因子减小到小于第一恒定灵敏度值。然而,仅当所监测的车辆速度随后变得大于复位点(例如,预定速度阈值加上滞后阈值)时,灵敏度因子可以返回到第一恒定灵敏度值。因此,滞后函数可以防止或减少由于所监测的车辆速度的微小变化而引起的灵敏度因子的快速波动。这可以增加稳定性和/或改善系统的性能。

[0061] 在一些实施例中,可以应用延迟函数,使得仅当监测的车辆速度保持小于预定速度阈值达至少预定时间间隔时才减小灵敏度因子。因此,如果监测的车辆速度在小于预定时间间隔的时间段内减小到低于预定速度阈值,则灵敏度因子可以保持等于第一恒定灵敏度值。

[0062] 该书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何结合的方法。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这些其它示例包括与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差别的等效结构元件,则这些其它示例意图处于权利要求的范围内。

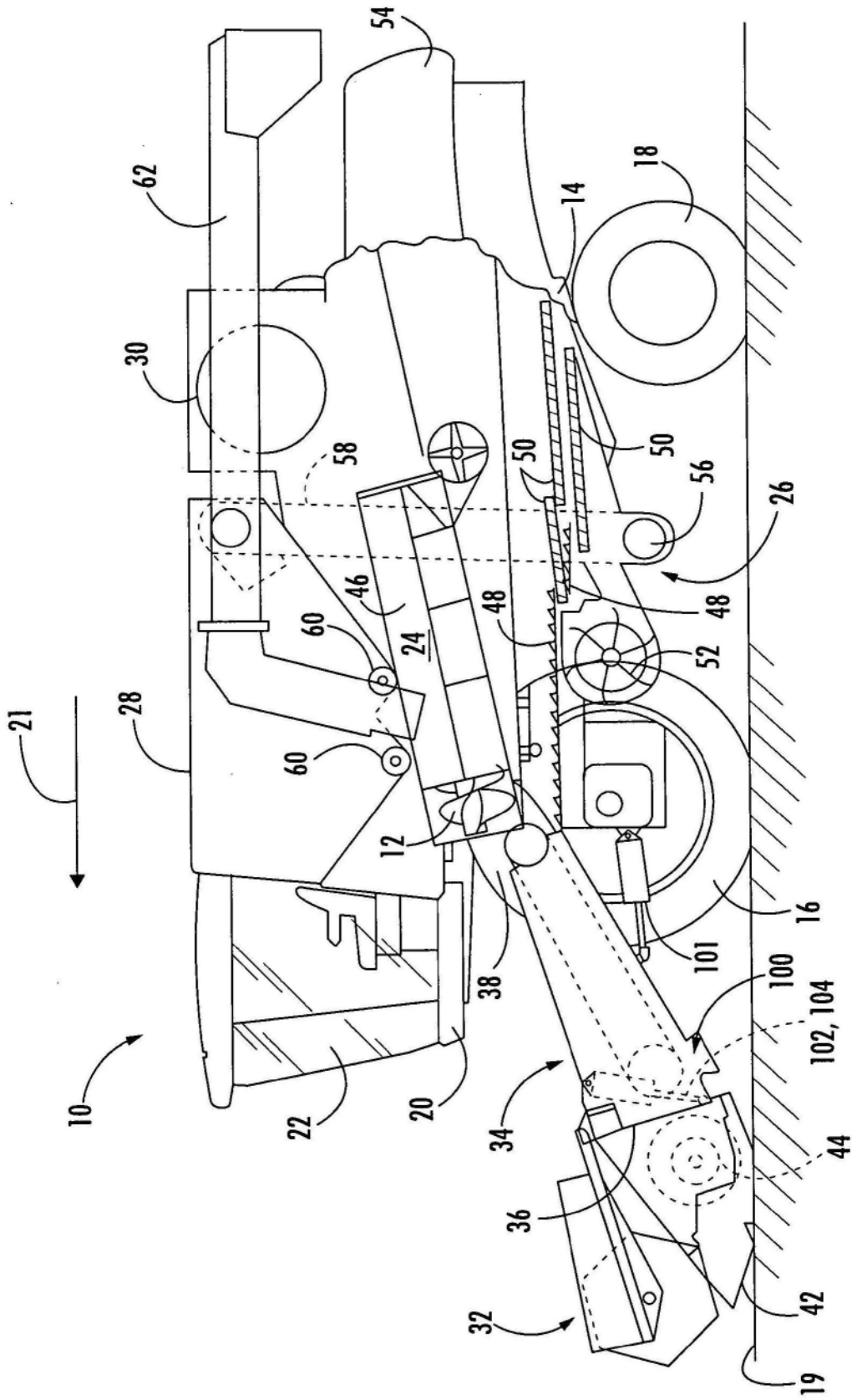


图1

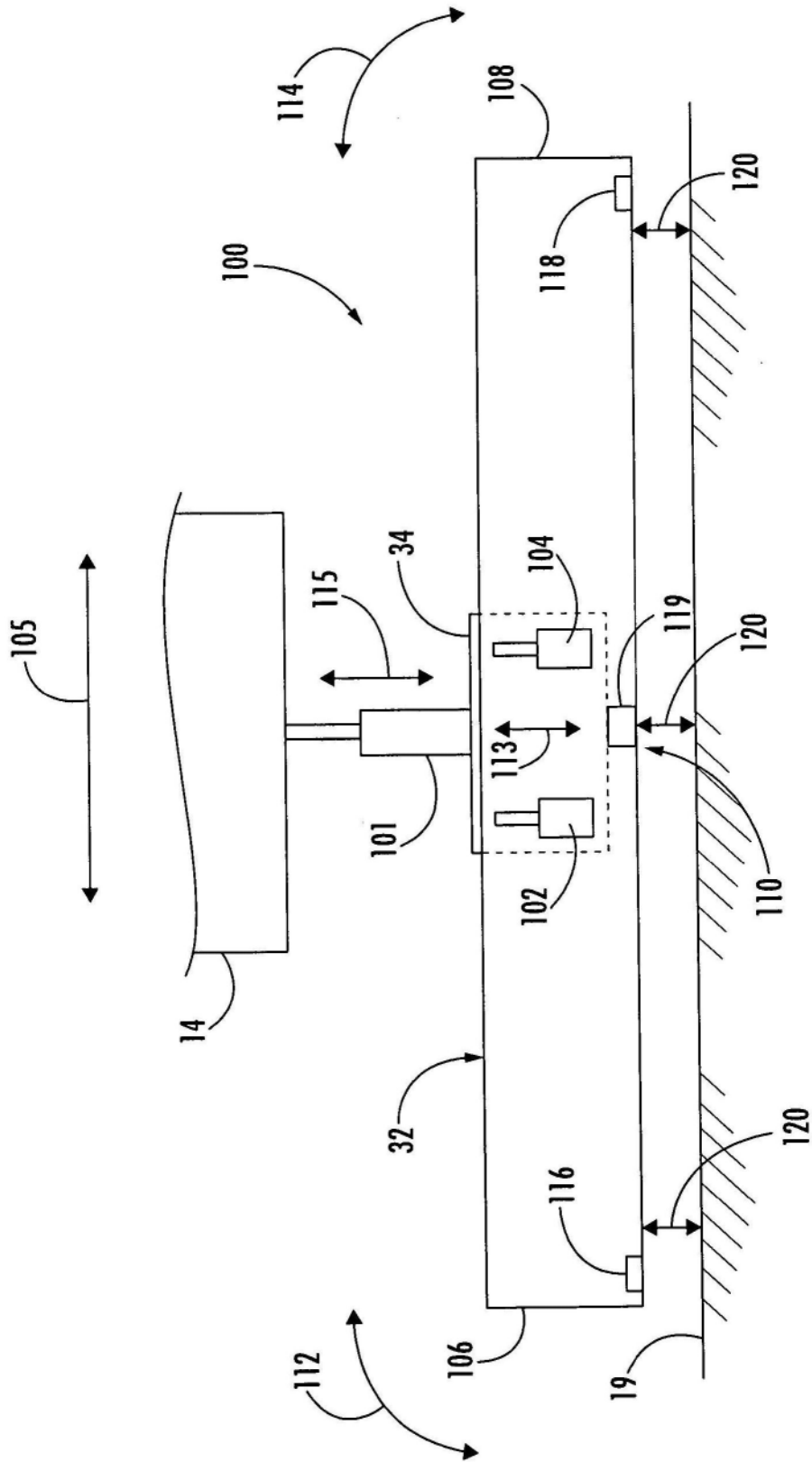


图2

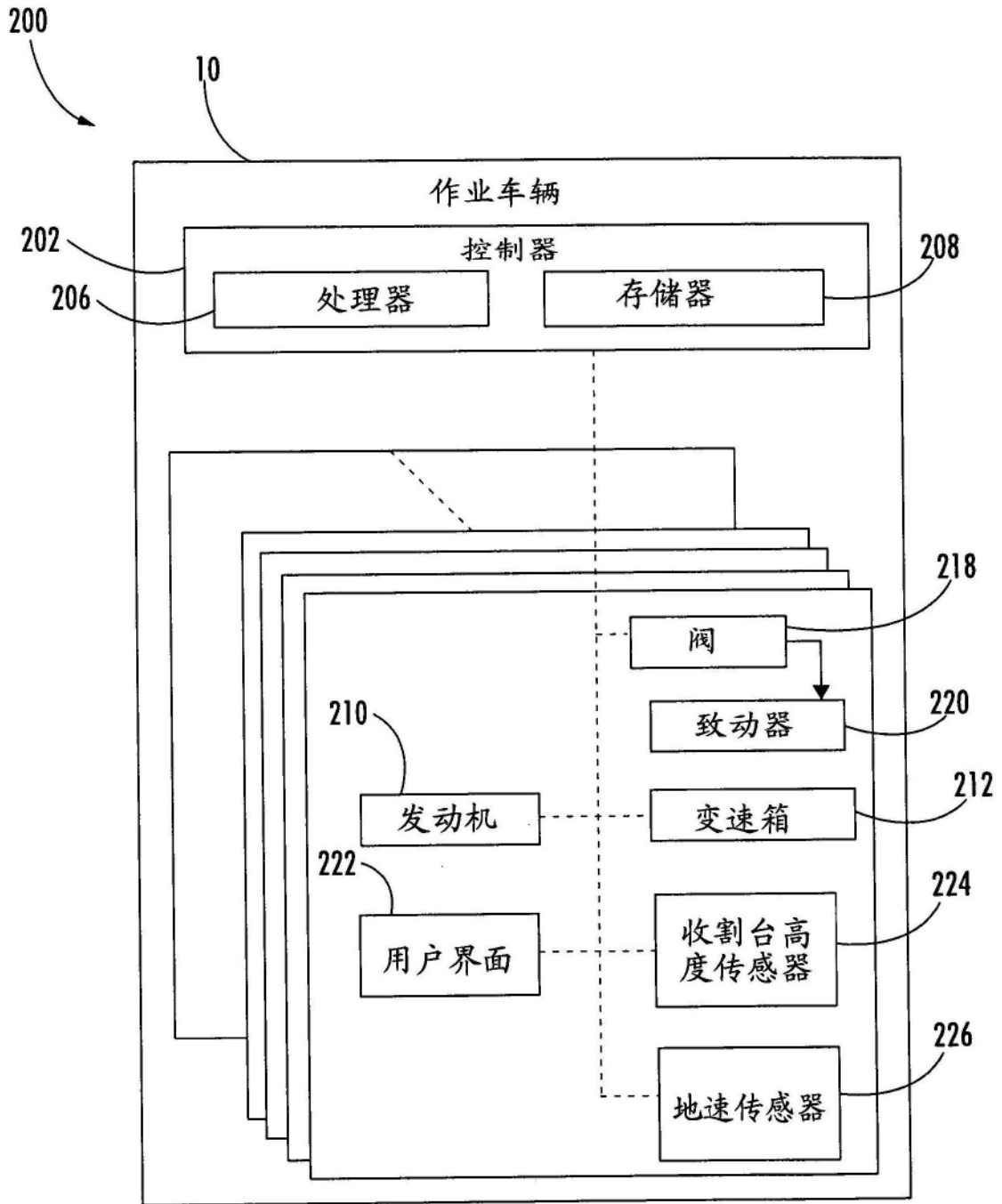


图3

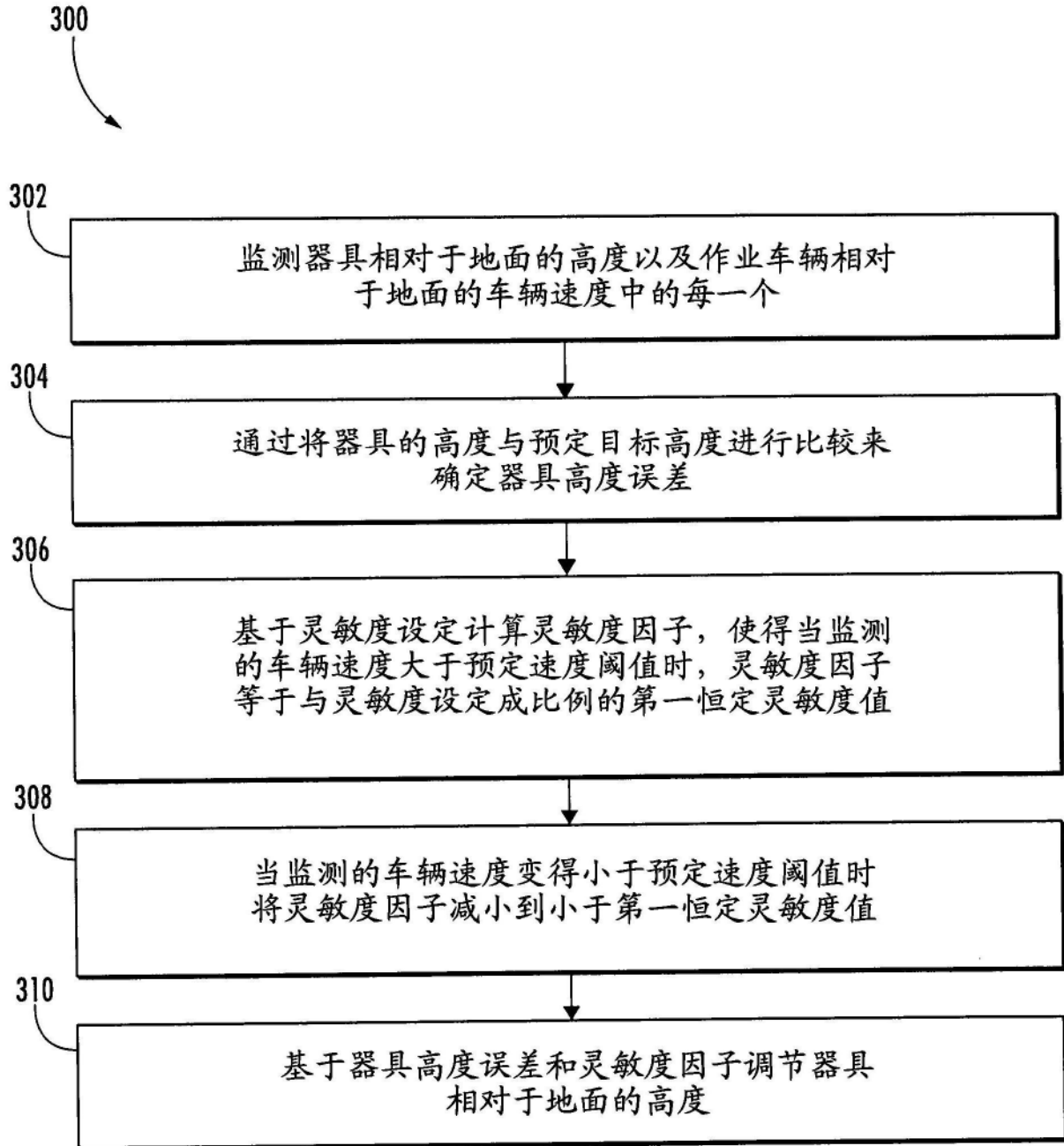


图4

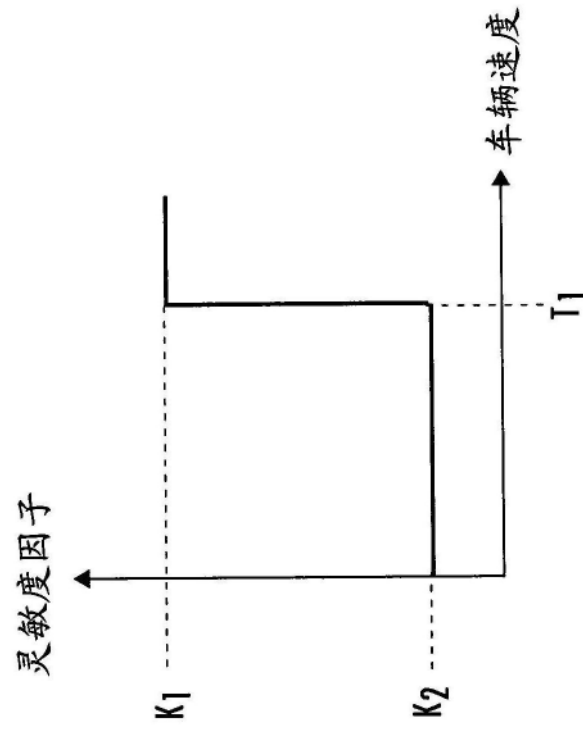


图5A

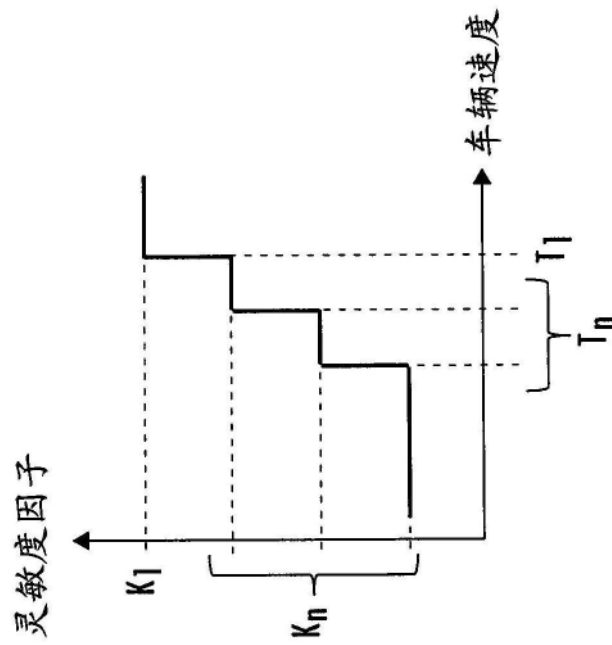


图5B

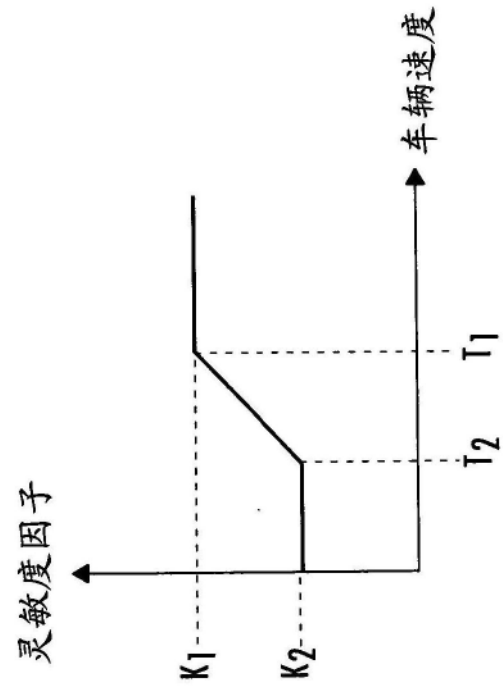


图6A

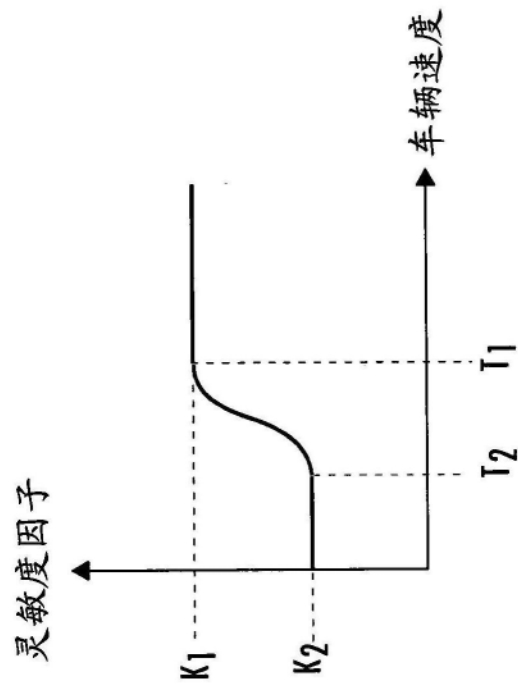


图6B

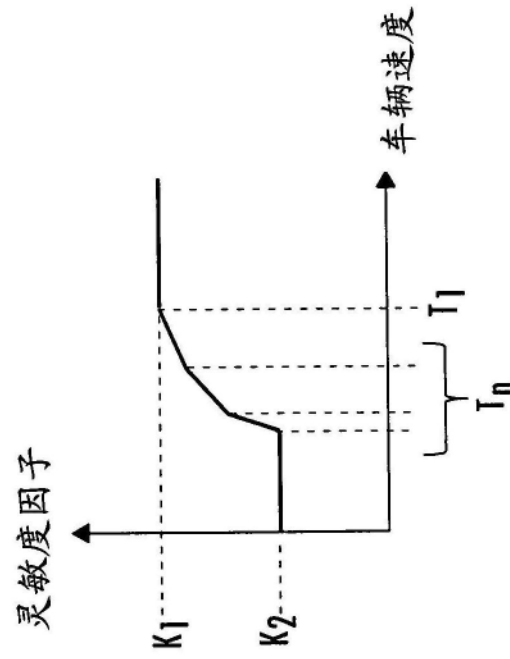


图6C

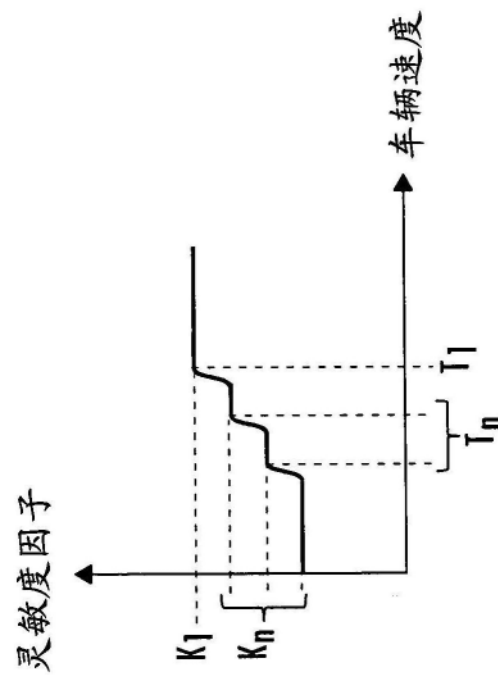


图6D

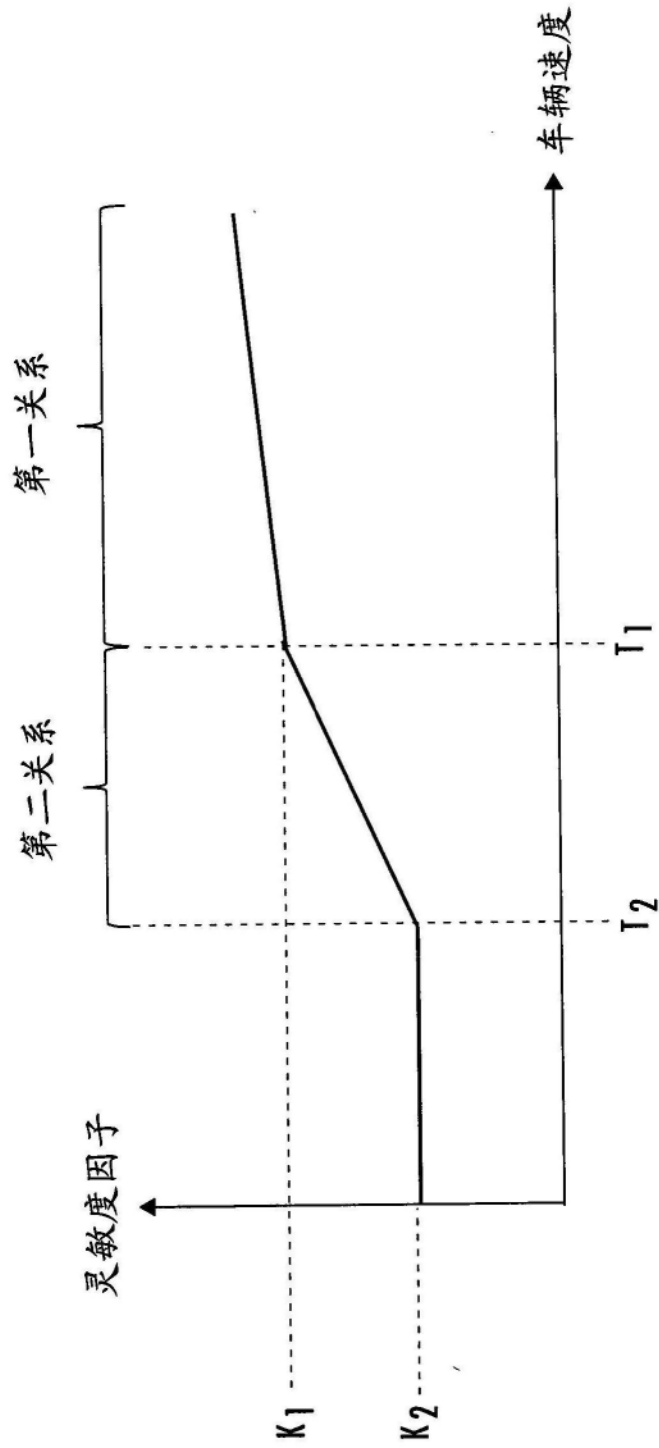


图7