



(21) 申请号 202420735615.8

(22) 申请日 2024.04.10

(30) 优先权数据

18/298,675 2023.04.11 US

(73) 专利权人 维特根有限公司

地址 德国温德哈根

(72) 发明人 R·穆勒 M·罗萨 M·弗里茨

C·伯尔宁

(74) 专利代理机构 上海光伟律师事务所 31525

专利代理师 马飞 王枰

(51) Int.Cl.

E01C 23/088 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

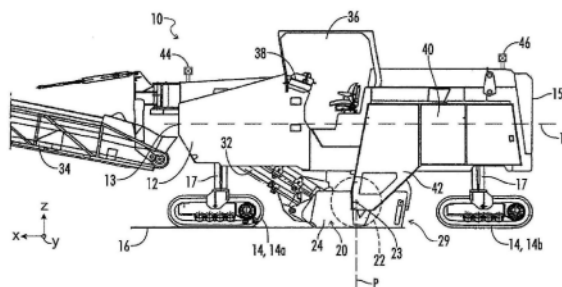
权利要求书3页 说明书15页 附图5页

(54) 实用新型名称

建筑机器

(57) 摘要

一种建筑机器,其使用控制器,该控制器配置成在建筑机器的铣刨鼓的选定位置和取向处确定设计表面的横截面轮廓。该控制器从多个可能的传感器子集中自动确定优选的传感器子集,该多个可能的传感器子集选自一组可用的传感器。优选的传感器子集必须可用于创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分。控制器自动保持或切换对铣刨深度的控制以使用优选的传感器子集。



1. 一种建筑机器,其特征在于,包括:

机器框架,其具有在所述机器框架的前端和后端之间延伸的纵向框架轴线;

铣刨鼓,其从所述机器框架支撑并且具有垂直于所述纵向框架轴线的铣刨鼓旋转轴线;

控制器,其配置成当所述建筑机器跨地面表面移动时控制所述铣刨鼓的铣刨深度,所述控制器在存储器中存储有限定要在所述建筑机器外部的参考系中创建的设计表面的设计表面数据集以及从一组可用传感器中选择的多个可能的传感器子集的优先级排序,所述控制器还配置成:

(a) 在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处确定表示所述设计表面的横截面轮廓的数据,所述横截面轮廓由所述设计表面与假想平面的相交部限定,所述假想平面垂直于所述纵向框架轴线并且包括所述铣刨鼓的旋转轴线;

(b) 确定优选传感器子集,该优选传感器子集能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分,并且该优选传感器子集具有所有可用传感器子集的最高优先级排序;以及

(c) 自动保持或切换对铣刨深度的控制以使用优选传感器子集。

2. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的当前位置和取向。

3. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向。

4. 根据权利要求3所述的建筑机器,其特征在于,所述控制器 (48) 还配置为:

至少在铣刨鼓 (22) 到达在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向时自动保持或切换对铣刨深度的控制以使用优选传感器子集。

5. 根据权利要求3所述的建筑机器,其特征在于,所述控制器 (48) 还配置为:

在铣刨鼓到达在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向之前自动保持或切换对铣刨深度的控制以使用优选传感器子集。

6. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于,为了确定能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分并且具有所有可用传感器子集的最高优先级排序的优选传感器子集,所述控制器 (48) 还配置为:

(1) 确定能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓 (82) 的至少一部分的所有传感器子集;以及

(2) 选择具有最高优先级排序的可用子集。

7. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于,为了确定能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分并且具有所有可用传感器子集的最高优先级排序的优选传感器子集,所述控制器 (48) 还配置为:

确定具有最高优先级排序的传感器子集是否能够用于在建筑机器外部的参考系中在

铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓 (82) 的至少一部分；

如果具有最高优先级排序的传感器子集是能够使用的，则选择具有最高优先级排序的传感器子集；以及

如果具有最高优先级排序的传感器子集不能够使用，则确定具有次级最高优先级排序的传感器子集是否能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓 (22) 的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓 (82) 的至少一部分。

8. 根据权利要求1所述的建筑机器，其特征在于：

可用传感器的集至少包括：

左侧板传感器 (50) ；

右侧板传感器 (52) ；以及

横向斜度传感器 (56) ；并且

可能的传感器子集至少包括：

左侧板传感器 (50) 和右侧板传感器 (52) ；

左侧板传感器 (50) 和横向斜度传感器 (56) ；以及

右侧板传感器 (52) 和横向斜度传感器 (56) 。

9. 根据权利要求8所述的建筑机器，其特征在于：

存储在存储器 (60) 中的所述多个可能的传感器子集的优先级排序是：

第一优先级排序是当前使用的子集；

第二优先级排序是左侧板传感器 (50) 和右侧板传感器 (52) ；以及

第三优先级排序是剩余的可能的传感器子集中的任何一个。

10. 根据权利要求8所述的建筑机器，其特征在于：

可用传感器的集还包括：

位于铣刨鼓 (22) 前方的左前导传感器 (51) ；以及

位于铣刨鼓 (22) 前方的右前导传感器 (53) ；并且

可能的传感器子集还包括：

左前导传感器 (51) 和右前导传感器 (53) ；

左前导传感器 (51) 和横向斜度传感器 (56) ；以及

右前导传感器 (53) 和横向斜度传感器 (56) 。

11. 根据权利要求10所述的建筑机器，其特征在于：

存储在存储器 (60) 中的多个可能的传感器子集的优先级排序是：

第一优先级排序是当前使用的子集；

第二优先级排序是左侧板传感器 (50) 和右侧板传感器 (52) ；

第三优先级排序是左前导传感器 (51) 和右前导传感器 (53) ；

第四优先级排序和第五优先级排序是左侧板传感器 (50) 和右侧板传感器 (52) 中的一个和相对侧的左前导传感器 (51) 或右前导传感器 (53) ；

第六优先级排序和第七优先级排序是左侧板传感器 (50) 或右侧板传感器 (52) 以及横向斜度传感器 (56) ；以及

第八优先级排序和第九优先级排序是左前导传感器 (51) 或右前

导传感器 (53) 以及横向斜度传感器 (56) 。

12. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

存储在存储器(60)中的表示设计表面的横截面轮廓的数据包括表示设计表面在铣刨鼓(22)的横向外侧的位置处的横截面轮廓(82)的数据。

13. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

利用控制器(48)确定的表示设计表面的横截面轮廓的数据包括对应于铣刨鼓(22)的第一端(28)和第二端(30)以及在第一端和第二端之间的铣刨鼓上的至少一个中间点的数据。

14. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

利用控制器(48)确定的表示设计表面的横截面轮廓(82)的数据包括表示设计表面的横截面轮廓(82)上的至少三个点的数据。

15. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于,为了确定能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓(22)的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分并且具有所有可用传感器子集的最高优先级排序的优选传感器子集,所述控制器(48)还配置为:

在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓(22)的选定位置和取向处检测设计表面的横截面轮廓(82)中的不连续部。

16. 根据权利要求15所述的建筑机器,其特征在于,控制器(48)还配置成:

如果所述不连续部是位于所述铣刨鼓(22)的路径中的横截面轮廓(82)的冠部,则选择在所述不连续部的一侧上的横截面轮廓(82)的一部分以由所述铣刨鼓(22)铣刨。

17. 根据权利要求15所述的建筑机器,其特征在于,控制器(48)还配置成:

如果所述不连续部是位于所述铣刨鼓(22)的路径中的横截面轮廓(82)的凹槽,则选择由铣刨鼓进行初步切削,使得所述铣刨鼓的任何部分都不在所述横截面轮廓下方铣刨。

18. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

为了确定能够用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓(22)的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分并且具有所有可用传感器子集的最高优先级排序的优选传感器子集,所述控制器(48)配置为确定优选传感器子集既是理论上能够使用的并且也是当前能够操作的。

19. 根据权利要求1所述的建筑机器,其特征在于:

存储在存储器(60)中的设计表面数据集包括设计表面的x、y和z坐标数据。

建筑机器

技术领域

[0001] 本申请涉及一种建筑机器,诸如具有用于对地面表面进行作业的作业器具的道路铣刨机。

背景技术

[0002] 在第8,308,395号美国专利中公开了一种用于道路铣刨机的坡度控制系统。该系统允许铣刨机的操作员从可用的传感器中选择期望的传感器,并手动引导可操作传感器从一个传感器子集到另一个传感器子集的改变。

[0003] 从第2002/0154948号美国专利公开中还已知,当传感器中的可操作的一个传感器变得不可操作时,在建筑机器上的两个可用传感器之间自动切换。

[0004] 对于改进的坡度控制系统一直存在需求,以便为建筑机器、特别是为铣刨机提供进一步的功能。

实用新型内容

[0005] 在第一实施例中,提供了一种控制建筑机器的方法,所述建筑机器包括:机器框架,其具有在所述机器框架的前端和后端之间延伸的纵向框架轴线;铣刨鼓,其由所述机器框架支撑并且具有垂直于所述纵向框架轴线的铣刨鼓旋转轴线;以及控制器,其配置成当所述建筑机器跨地面表面移动时控制所述铣刨鼓的铣刨深度,所述方法包括以下步骤:

[0006] (a) 向所述控制器提供设计表面数据集,所述设计表面数据集限定要在所述建筑机器外部的参考系中创建的设计表面;

[0007] (b) 向所述控制器提供从可用传感器的集中选择的多个可能的传感器子集的优先级排序;

[0008] (c) 当所述建筑机器跨所述地面表面移动时,用所述铣刨鼓执行铣刨操作;

[0009] (d) 在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处,利用所述控制器确定表示所述设计表面的横截面轮廓的数据,所述横截面轮廓由所述设计表面与假想平面的相交部限定,所述假想平面垂直于所述纵向框架轴线并且包括铣刨鼓的旋转轴线;

[0010] (e) 利用控制器确定优选传感器子集,该优选传感器子集可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分,并且该优选传感器子集具有所有可用传感器子集的最高优先级排序;以及

[0011] (f) 利用所述控制器自动保持或切换对铣刨深度的控制,以使用优选的传感器子集。

[0012] 在第二实施例中,在步骤(d)中,在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的当前位置和取向。

[0013] 在第三实施例中,在步骤(d)中,在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向。

[0014] 在第四实施例中,在步骤(d)中,在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置

和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测未来位置和取向,并且至少在铣刨鼓到达在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向时执行步骤(f)。

[0015] 在第五实施例中,在步骤(d)中,在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向是在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向,并且在铣刨鼓到达在建筑机器外部的参考系中铣刨鼓的预测的未来位置和取向之前执行步骤(f)。

[0016] 在第六实施例中,第一实施例的步骤(e)可以包括:(e)(1)确定可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处产生设计表面的横截面轮廓的至少一部分的所有传感器子集;以及(e)(2)选择具有最高优先级排序的可用子集。

[0017] 在第七实施例中,第一实施例的步骤(e)可以包括:确定具有最高优先级排序的传感器子集是否可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分;如果具有最高优先级排序的传感器子集是可用的,则选择具有最高优先级排序的传感器子集;以及如果具有最高优先级排序的传感器子集不可用,则确定具有次级最高优先级排序的传感器子集是否可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分。

[0018] 在第八实施例中,在第一实施例的步骤(b)中,可用传感器的集可以包括至少左侧板传感器、右侧板传感器和横向斜度(slope)传感器,并且可能的传感器子集可以包括:(1)至少左侧板传感器和右侧板传感器;(2)左侧板传感器和横向斜度传感器;以及(3)右侧板传感器和横向斜度传感器。

[0019] 在作为第八实施例的进一步修改的第九实施例中,在步骤(b)中,多个可能的传感器子集的优先级排序可以是:第一优先级排序是当前使用的子集;第二优先级排序是左侧板传感器和右侧板传感器;以及第三优先级排序是剩余的可能传感器子集中的任何一个。

[0020] 在作为第八实施例的进一步修改的第十实施例中,在步骤(b)中,可用的传感器集还可以包括在铣刨鼓前面的左前导传感器和在铣刨鼓前面的右前导传感器。并且可能的传感器子集还可以包括:左前导传感器和右前导传感器;左前导传感器和横向斜度传感器;右前导传感器和横向斜度传感器;以及左前导传感器或右前导传感器和相对的侧板传感器。

[0021] 在作为第十实施例的进一步修改的第十一实施例中,在步骤(b)中,多个可能的传感器子集的优先级排序是:第一优先级排序是当前使用的子集;第二优先级排序是左侧板传感器和右侧板传感器;第三优先级排序是左前导传感器和右前导传感器;第四优先级排序和第五优先级排序是左侧板传感器或右侧板传感器以及相对的前导传感器;第六优先级排序和第七优先级排序是左侧板传感器或右侧板传感器以及横向斜度传感器;并且第八优先级排序和第九优先级排序是左前导传感器或右前导传感器和横向斜度传感器。

[0022] 在上述实施例中的任一个中,在步骤(d)中,表示设计表面的横截面轮廓的数据可以包括表示在铣刨鼓的横向外侧的位置处的设计表面的横截面轮廓的数据。

[0023] 在上述实施例中的任一个中,在步骤(d)中,表示设计表面的横截面轮廓的数据可以包括对应于铣刨鼓的第一端和第二端以及在第一端和第二端之间的铣刨鼓上的至少一个中间点的数据。

[0024] 在上述实施例中的任一个中,在步骤(d)中,表示设计表面的横截面轮廓的数据可以包括表示设计表面的横截面轮廓上的至少三个点的数据。

[0025] 在上述实施例中的任一个中,步骤(e)可以包括在建筑机器外部的参考系中在铣

刨鼓的选定位置和取向处检测设计表面的横截面轮廓中的不连续部。

[0026] 在上述实施例中的任一个中,步骤(e)可以包括在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处检测设计表面的横截面轮廓中的不连续部,并且如果不连续部是位于铣刨鼓的路径中的横截面轮廓的冠部,则选择在不连续部的一侧上的横截面轮廓的一部分以由铣刨鼓铣刨。

[0027] 在上述实施例中的任一个中,步骤(e)可以包括在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处检测设计表面的横截面轮廓中的不连续部,并且如果不连续部是位于铣刨鼓的路径中的横截面轮廓的凹槽,则选择由铣刨鼓进行初步切削,使得铣刨鼓的任何部分都不在横截面轮廓下方铣刨。

[0028] 在上述实施例中的任一个中,在步骤(e)中,优选传感器子集的确定可以包括确定优选传感器子集既在理论上是可用的并且在当前也是可操作的。

[0029] 在上述实施例中的任一个中,在步骤(a)中,设计表面数据集可包括设计表面的x、y和z坐标数据。设计表面数据集可在适于表示地理参考的任何坐标系中。

[0030] 在另一个实施例中,建筑机器包括机器框架,所述机器框架具有在所述机器框架的前端和后端之间延伸的纵向框架轴线。铣刨鼓由所述机器框架支撑并且具有垂直于所述纵向框架轴线的铣刨鼓旋转轴线。控制器配置成当所述建筑机器跨地面表面移动时控制所述铣刨鼓的铣刨深度,所述控制器在存储器中存储有限定要在所述建筑机器外部的参考系中创建的设计表面的设计表面数据集,以及从可用传感器的集中选择的多个可能的传感器子集的优先级排序,所述控制器还配置成:(a)在所述建筑机器外部的参考系中在所述铣刨鼓的选定位置和取向处确定表示所述设计表面的横截面轮廓的数据,所述横截面轮廓由所述设计表面与假想平面的相交部限定,所述假想平面垂直于所述纵向框架轴线并且包括所述铣刨鼓的旋转轴线;(b)确定优选传感器子集,该优选传感器子集可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分,并且具有所有可用传感器子集的最高优先级排序;以及(c)自动保持或切换对铣刨深度的控制以使用优选传感器子集。

[0031] 在结合附图阅读以下公开内容时,本文阐述的实施例的许多目的、特征和优点对于本领域技术人员而言将容易显而易见。

附图说明

[0032] 图1是体现为建筑机器的左侧视图,其实施为结合本实用新型的道路铣刨机。

[0033] 图2是图1的道路铣刨机执行铣刨操作的示意性左侧视图,其中道路铣刨机的后履带在铣刨轨迹中运行。

[0034] 图3是图2的机器执行第一道次铣刨操作时的示意性后视图。

[0035] 图4是图3的机器在执行与第一道次铣刨操作相邻的第二道次铣刨操作时的示意性后视图。

[0036] 图5是已经在第一道次铣刨操作和第二道次铣刨操作两者中被铣刨的地面表面的示意性平面图。

[0037] 图6是位于待被铣刨的地面表面顶部上的铣刨机的示意性后视图,并且指示地面表面下方的设计表面的设计轮廓。铣刨鼓的左端和右端以及铣刨鼓的一个中间点的当前x、

y位置处的设计高度由圆圈圈起来的“X”指示。在图6中所示的情况下,铣刨鼓下面的设计表面轮廓是直的,并且三个“X”对准。

[0038] 图7是在待被铣刨的地面表面的顶部上的铣刨机的示意性后视图,并且指示地面表面下方的设计表面的设计轮廓。在图7中所示的情况下,铣刨鼓下面的设计表面轮廓包括冠部。

[0039] 图8是在图7的情况下的视图,其中在铣刨鼓的左端和右端以及铣刨鼓的一个中间点的当前x、y位置处的设计高度由圆圈圈起来的“X”表示。在图8中所示的情况下,铣刨鼓下面的设计表面轮廓包括冠部,三个“X”不对准。

[0040] 图9是类似于图8的视图,示出了具有另外的圆圈圈起来的“X”的冠部的位置,其现在与针对中间点的“X”和针对铣刨鼓的右端的“X”对准。

[0041] 图10是在图1-9的铣刨机的实施例中具有相关传感器输入和控制输出的控制器的示意图。

[0042] 图11是与铣刨机的坡度(grade)控制系统相关联的控制器的控制面板的示意图。

[0043] 图12是类似于图6-图9的另一示意图,但是图示了用于识别紧邻铣刨机的计划路径的设计表面中的不连续部的技术。

[0044] 图13是类似于图8的视图,但是图示了在设计表面中存在凹冠部。

[0045] 图14示出了包括凹冠部的与图13相同的设计表面轮廓,其中铣刨机铣刨初步切口,其中铣刨鼓的两端接触轮廓,使得铣刨鼓的任何部分都不在设计横截面轮廓下方铣刨。

具体实施方式

[0046] 以下公开内容描述了具有用于对地面表面进行作业的作业器具的建筑机器的多个实施例。在如关于图1-图14描述的实施例中,建筑机器可以是道路铣刨机,其中作业器具是铣刨鼓。

[0047] 现在参考附图,特别是参考图1,示出了为道路铣刨机形式的建筑机器,且其总体上由数字10标示。机器10包括机器框架12。机器框架12具有在机器框架12的前端13和后端15之间延伸的纵向框架轴线11。以履带形式示出的多个地面接合单元14从地面表面16支撑机器10。还可以使用轮式地面接合单元。地面接合单元14包括两个前部地面接合单元14a和两个后部地面接合单元14b。多个升降柱17从地面接合单元14以高度可调节的方式支撑机器框架12。

[0048] 铣刨鼓壳体20从机器框架12支撑。可旋转的铣刨鼓22至少部分地由铣刨鼓壳体20接收并且也从机器框架12支撑。铣刨鼓22具有旋转轴线23。因此,机器框架12和铣刨鼓22相对于地面表面16的高度可通过调节升降柱17的延伸来调节。在其左侧和右侧上,铣刨鼓壳体20由位于铣刨鼓22的左端28和右端30附近的左高度可调侧板24和右高度可调侧板26封闭。高度可调节的刮刀29可以封闭铣刨鼓壳体20的后部。

[0049] 图1中所示的地面作业机械10是通常称为大型前装载铣刨机的类型,其还包括用于将铣刨掉的物料从铣刨鼓22输送出去的第一输送机部段32和第二输送机部段34。操作员站36可以承载在机器框架12上,并且控制面板38可以位于操作员站36处。主发动机40位于操作员站36后面,该主发动机40可以是柴油内燃机或任何其他合适的动力源的形式。直接带驱动装置(未示出)可以以已知的方式将发动机40连接到铣刨鼓22。直接带驱动装置可以

位于带壳体部分42中。

[0050] 建筑机器10可以携带至少一个位置数据确定部件44和46,其从机器框架12支撑并且可操作以确定位置数据,从而在建筑机器外部的参考系中限定机器上的参考点的当前位置。在一个实施例中,至少一个位置数据确定部件包括至少两个位置数据确定部件44和46,其为全球导航卫星系统传感器形式,例如GPS传感器。在另一个实施例中,位置数据确定部件44和46可以是反射器,其配置成与基于激光的机器人全站仪一起使用。通过包括至少两个这样的位置数据确定部件,两个位置数据确定部件的方位的位置允许确定机器10上的所有点的对应位置。在图1和图10中示意性地表示了在铣刨机外部的这样的参考系的x、y和z分量。x、y位置可以表示水平平面中的位置,而z位置可以表示相对于水平平面的竖直位置。在图1中,x方向恰好被示出为对应于铣刨机的向前方向和纵向框架轴线11,但是这纯粹是巧合而不是必需的。

[0051] 控制器:

[0052] 来自传感器44和46的位置信号可以在建筑机器10的控制器48中接收,如图10中示意性所示。这里描述的控制器48与道路铣刨机10一起使用以在铣刨操作期间控制铣刨鼓的铣刨深度。

[0053] 控制器48还可以从分别与左侧板24和右侧板26相关联的高度传感器50和52接收信号,所述信号分别对应于左端28和右端30的实际铣刨深度。高度传感器50和52可以例如与液压智能缸成一体,所述液压智能缸相对于机器框架12支撑侧板24和26。控制器48还可以从基于重力的斜度传感器54接收指示机器框架12的横向斜度的信号。如下面进一步解释的那样,控制器48可以向左升降柱和右升降柱(例如左后升降柱和右后升降柱17)发送命令信号,以调节铣刨鼓22的左端28和右端30的实际铣刨深度。

[0054] 在另一个实施例中,建筑机器10可以包括在铣刨鼓22前方靠近铣刨鼓的左端的左前导传感器51以及在铣刨鼓22前方靠近铣刨鼓的右端的右前导传感器53。左前导传感器51在图2中示意性地示出。左前导传感器51和右前导传感器53在图10中示意性地示出。左前导传感器51和右前导传感器53可以是与铣刨鼓22前面的压紧机构相关联的地面接合传感器。在Dzomo等人的第2019/0025037号美国专利申请公开中示出了这种前导传感器的示例,其细节通过引用并入本文。左前导传感器51和右前导传感器53可以例如集成在与位于铣刨鼓前面的地面接合滑橇(ski)相关联的智能液压缸中。

[0055] 如图10中示意性所示,建筑机器10包括控制系统56,该控制系统56包括控制器48。控制器48可以是建筑机器10的机器控制系统的一部分,或者它可以是单独的控制模块。控制器48可以与位于操作员站36处的控制面板38相关联。控制器48配置成从各种传感器(诸如已经描述的传感器44、46、50、51、52、53和54)接收输入信号。从各种传感器传输到控制器48的信号在图10中由将传感器连接到控制器的线示意性地指示,其中箭头指示从传感器到控制器48的信号流。

[0056] 类似地,控制器48将产生用于控制各种致动器(诸如与后地面接合单元14b相关联的升降柱17)的操作的控制信号,这些控制信号在图10中由将控制器48连接到各种致动器的图形描绘的线示意性地指示,其中箭头指示从控制器48到相应致动器的命令信号的流。将理解,为了控制液压缸型致动器,控制器48可以将电信号发送到电/机械控制阀(未示出),该电/机械控制阀控制液压流体到液压缸的流动和从液压缸的流动。

[0057] 控制器48包括或可以相关联于处理器58、计算机可读介质60、数据库62和具有显示器64的输入/输出模块或控制面板38。提供输入/输出装置66,诸如键盘、操纵杆或其它用户接口,使得操作人员可以向控制器输入指令。应当理解,本文所述的控制器48可以是具有所有所述功能的单个控制器,或者它可以包括多个控制器,其中所述功能分布在多个控制器之间。

[0058] 如结合控制器48描述的各种操作、步骤或算法可以直接体现在硬件、计算机程序产品68(诸如由处理器58执行的软件模块)或两者的组合中。计算机程序产品68可以驻留在RAM存储器、闪存、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动盘或本领域内已知的任何其他形式的计算机可读介质60中。示例性计算机可读介质60可以耦合到处理器58,使得处理器可以从存储器/存储介质读取信息和向存储器/存储介质写入信息。在替代方案中,介质可以集成到处理器。处理器和介质可以驻留在专用集成电路(ASIC)中。ASIC可以驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和介质可以作为分立部件驻留在用户终端中。

[0059] 本文所使用的术语“处理器”可以指如可由本领域技术人员理解的至少通用目的或专用目的的处理设备和/或逻辑,包括但不限于微处理器、微控制器、状态机等。处理器还可以实现为计算装置的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合,或者任何其它这样的配置。

[0060] 控制面板38可以例如包括铣刨机10的坡度控制系统72的如图11中示意性示出的控制面板。坡度控制系统72可以例如是由本申请的申请人Wirtgen GmbH开发的LevelPro坡度控制系统。在美国专利第8,308,395号中有这种坡度控制系统72的进一步描述,其细节通过引用并入本文。铣刨机的操作员可以通过将该深度(例如2.0呎)输入到坡度控制系统72中来控制铣刨鼓22的每个端部28和/或30处的期望铣刨深度。替代地,操作员可以输入铣刨鼓的一端处的期望铣刨深度加上铣刨鼓的期望横向斜度。图11示出控制面板38,操作人员可以通过该控制面板38输入适于铣刨鼓的端部的铣刨深度和/或铣刨鼓的横向斜度的设定值。如在美国专利第8,308,395号中进一步解释的那样,中心输入装置78可以被格式化为用于输入横向斜度或者左侧或右侧铣刨深度。左侧输入装置74可以被格式化为用于输入左侧铣刨深度或横向坡度。右侧输入装置76可以被格式化为用于输入右侧铣刨深度或横向坡度。如下面进一步描述的那样,控制器58可以自动地生成期望的铣刨深度和/或横向斜度的那些输入,并将那些值输入到坡度控制系统72中。坡度控制系统72然后使用可用输入传感器的几种组合中的任何一种来保持所选择的铣刨深度,通常是从左侧板传感器50、右侧板传感器52和基于重力的横向斜度传感器54中选择的一个传感器,或从左前导传感器51、右前导传感器53和基于重力的横向斜度传感器54中选择的一个传感器。

[0061] 构建项目模型:

[0062] 当规划道路铣刨或其它建筑工程时,可以对将要进行铣刨的地面区域进行勘测。这例如可以是对将要建造的道路或机场等的区域进行的初始勘测。该初始勘测数据集可以识别地面表面16上的一系列点,这些点由基于本地地面的参考系中的x、y和z坐标识别。这些勘测可以提供给规划局或设计办公室,他们可以使用初始勘测来规划项目。适于每个点的“z”坐标是该点在基于本地地面的参考系中的实际高度。

[0063] 规划局或设计办公室可以规划建筑项目并创建项目设计数据集,该项目设计数据

集包括识别期望的地面最终高度的设计表面数据集并且识别要在地面上建筑的项目(例如,摊铺路面或其他结构)。该设计工作的一部分是创建要由道路铣刨机创建的期望铣刨表面的描述。该期望表面可以通过限定区域中的一系列期望铣刨点的设计表面数据集来识别,这些期望铣刨点则由在基于本地地面的参考系中的期望 x 、 y 和 z 坐标识别。适于每个点的“ z ”坐标是该点在基于本地地面的参考系中的期望高度。数据库各自通常为为一组三角形的形式,每个三角形由针对独立于铣刨机的外部参考系中限定的三个角的绝对 x 、 y 、 z 信息限定。对于限定现有地面表面的“实际数据集”,三角形的尺寸通常在几毫米到几英寸的量级上。对于“设计表面数据集”,三角形可以大得多,并且可以大于铣刨机,使得铣刨机可以位于单个三角形上。

[0064] 也可以使用设计表面数据集的可替代形式。例如,代替用 x 、 y 、 z 值描述设计表面,设计表面可以通过限定感兴趣的关键点诸如冠线来描述。例如,道路表面可以由道路轮廓的起始点、轴、坡度(其可以包括纵向倾斜度和/或横向斜度)和横截面形状来限定。这样的设计表面描述可以在建筑机器上或在建筑机器外转换成 x 、 y 、 z 数据。

[0065] 此外,设计表面中的不连续部可以从 x 、 y 、 z 数据中提取出来,并作为附加信息提供给控制器48,从而不必在建筑机器10操作时即时检测这些不连续部。

[0066] 铣刨深度控制技术:

[0067] 已经开发了用于控制铣刨鼓的铣刨深度以产生设计表面的各种技术。如下面进一步描述的一种优选技术涉及产生 x 、 y 和铣刨深度数据的铣刨深度数据集。利用这样的铣刨深度数据集,取决于所感测的铣刨鼓的 x 、 y 位置将铣刨深度控制到期望值。另一种技术是例如在美国专利第9,039,320号中示出的技术,其中期望的铣刨鼓高度是在建筑机器外部的参考系中确定的,并且将铣刨鼓的高度控制到设计数据集中的期望高度。

[0068] 当使用优选技术时,可以创建 x 、 y 的铣刨深度数据集和铣刨深度数据。铣刨深度数据集可以用图10中示意性示出的单独处理器70(即,不是位于铣刨机10上的处理器58)准备,并且可以在铣刨机10的控制器48上加载铣刨深度数据集之前准备。铣刨深度数据集不是在铣刨操作期间实时创建的。

[0069] 因此,例如,创建描述期望铣刨表面的设计表面数据集的规划局可以通过将初始勘测数据集与描述期望铣刨表面的设计表面数据集进行比较来创建铣刨深度数据集。类似地,可以通过将初始勘测数据集与描述期望铣刨表面81的设计表面数据集进行比较来在施工现场上或附近创建铣刨深度数据集。还应注意,可以在铣刨操作期间更新铣刨深度数据集。例如,可以决定在两次切削而不是一次切削中执行期望的铣刨操作。因此,如果在特定的 x 、 y 位置处初始铣刨深度为4cm,则可能期望进行两次每次约2cm的道次。第一道次可以在小于4cm的第一铣刨深度处进行。然后控制器可以通过从初始铣刨深度减去初始切削的深度来更新铣刨深度数据集。然后在第二道次中,更新的铣刨深度数据集将用于将切削控制到最终的总期望铣刨深度。

[0070] 将领会到的是,初始勘测和设计表面数据集在其中创建的基于本地地面的坐标系与传感器44和46在其中操作的全球导航卫星系统可以不是相同的坐标系,但是基于本地地面的坐标系中的位置相对于全球导航卫星系统中的位置的相关性是已知的,并且可以根据需要转换一个或其他数据集,以与所使用的传感器44和46的所选参考系中的信号进行比较。

[0071] 然后可以将铣刨深度数据集和设计表面数据集加载到铣刨机10上的控制器48的存储器60中。可以通过无线连接将铣刨深度数据集和设计表面数据集加载到铣刨机10的存储器60中。替代地,通过将铣刨深度数据集和设计表面数据集放置在诸如记忆棒等的便携式数据存储装置上,然后将数据从便携式数据存储装置传送到铣刨机10的存储器60,可以将铣刨深度数据集和设计表面数据集加载到铣刨机10的存储器60上。这可以被描述为将铣刨深度数据集和设计表面数据集提供给控制器48。如本文所使用的那样,向控制器48“提供”数据集包括以任何方式使数据集可由控制器48访问,并且数据集不必存储在与控制器成一体的存储器中。

[0072] 不需要将初始勘测数据集提供给铣刨机10的控制器48。

[0073] 在一个实施例中,单独的处理器70可以与作为对铣刨机10的所有者/操作员的服务而创建的在线门户相关联。机器所有者/操作员和/或与机器所有者一起工作的勘测员和/或规划局可以将他们的勘测数据集和设计表面数据集上传到在线门户。然后,单独的处理器70可以创建铣刨深度数据集并格式化铣刨深度数据集和设计表面数据集以供铣刨机10使用。当铣刨机10的所有者/操作员准备好执行铣刨操作时,铣刨深度数据集和设计表面数据集可以从在线门户的单独处理器70无线下载到铣刨机10的控制器48。

[0074] 道路铣刨机10然后可以执行如图2-图5中示意性示出的地面铣刨操作。道路铣刨机可以配备有铣刨机10机载的GPS或其他GNSS传感器44和46,当铣刨机10跨地面表面16移动时,这些传感器用于确定铣刨机的位置。更具体地,GNSS系统可以确定铣刨鼓22的每个端部28和30在铣刨机10外部的参考系(例如GPS系统的全球定位坐标系)中的 x,y 位置。铣刨鼓22的端部28和30的那些 x,y 位置可以与铣刨深度数据集和设计表面数据集的 x,y 位置相关联。基于由传感器44和46检测到的铣刨鼓22的端部28和30的 x,y 位置,控制器48可以如下确定铣刨鼓的每个端部处的期望铣刨深度和期望横向斜度,并且可以将那些输入值馈送到铣刨机10的坡度控制系统72。

[0075] 基于铣刨鼓22的左端28的 x,y 位置,控制器48可以在 $(x,y, \text{铣刨深度})$ 数据集中查找该位置处的期望铣刨深度,并且可以将该值馈送到坡度控制系统72的左侧铣刨深度输入74。

[0076] 基于铣刨鼓22的右端30的 x,y 位置,控制器48可以在 $(x,y, \text{铣刨深度})$ 数据库中查找该位置处的期望铣刨深度,并且可以将该值馈送到坡度控制系统72的右侧铣刨深度输入78。

[0077] 基于铣刨鼓22的左端28和右端30的 x,y 位置,以及可选地基于左端和右端之间的至少一个点,控制器48可以在设计表面数据库中的那些点中的每一个处查找设计高度,并且确定设计横向斜度,并且可以将该值馈送到坡度控制系统72的横向斜度输入76。对应于铣刨鼓22的左端28和右端30的任何给定 x,y 位置的铣刨鼓22的任何给定位置的期望横向斜度可以以几种方式确定,如下面参考图6-图9进一步描述的那样。

[0078] 图5示意性地示出“第一道次”铣刨操作和重叠的“第二道次”铣刨操作的平面图。“第一道次”由箭头中带有“1”的阴影区域指示。“第二道次”由箭头中带有“2”的阴影区域指示。图3是示出了在“第一道次”期间的铣刨机10的示意性后视截面图。图4是示出了在“第二道次”期间的铣刨机10的示意性后视截面图。

[0079] 在如图3中所示的典型的“第一道次”铣刨操作中,铣刨机10可以在未切削的实际

表面16上开始,同时两个侧板24和26都搁置在未切削的表面16上。首先,铣刨机的操作员可以将坡度控制系统72“归零”。这是通过降低机器框架12和铣刨鼓22直到铣刨鼓22首先接触待铣刨的表面16来实现的。升降柱17的延伸的这种设定以及侧板24和26的这种位置被设置为“零”铣刨深度。

[0080] 然后,坡度控制系统72使用传感器输入的许多可能组合中的任何一种对所需的铣刨深度进行实际铣刨深度控制。例如,坡度控制系统72可以使用两个侧板传感器50和52,或者坡度控制系统72可以使用横向斜度传感器54和侧板传感器50或52。替代地,坡度控制系统72可以使用两个前导传感器51和53,或者坡度控制系统可以使用横向斜度传感器54和前导传感器51或53。如果可用,也可以使用其它坡度传感器,诸如超声或激光传感器(未示出)。

[0081] 在如图3中所见的这种“第一道次”铣刨操作之后,铣刨机10可以在如图4中所见的“第二道次”模式下操作,其中不存在对任何量化铣刨深度的控制。在典型的“第二道次”铣刨操作中,允许右侧板26在“第一道次”的先前切削表面80上运行,并且铣刨鼓右端的铣刨深度设定为零以匹配先前切削表面80。然后,坡度控制系统72可以使用基于重力的横向斜度传感器54将实际横向斜度控制到期望的横向斜度。

[0082] 设计表面的所需横向斜度和横截面轮廓的确定:

[0083] 对于铣刨鼓22的两个端部28和30的任何给定的x、y位置,只要设计表面在这两个位置之间是平面的,就可以通过获知这两个位置处的设计表面高度来确定铣刨鼓22的期望的横向倾斜角。然而,设计表面可能在这两个位置之间具有“冠部”、肩部或其他不连续部,在这种情况下,仅通过比较这两个端部位置确定的横向斜度可能是错误的。这两个位置之间的肩部或其他不连续,在这种情况下,仅通过比较这两个端部位置确定的横向斜度可能是错误的。该问题可以通过在横向斜度分析中包括两个端部28和30之间的至少一个中间点来解决。该中间点可以例如是两个端部之间的中点。该过程在图6-图9中示意性地图示出。

[0084] 此外,如图12中示意性地图示出的那样,可以针对位于铣刨鼓的端部的横向外侧的点分析沿x、y平面中的线的设计高度(高程),以便识别紧邻铣刨机的规划路径的设计表面中的非线性的存在。这使得机器操作员可以修改规划路径以便提高铣刨效率。此外,机器操作员可以选择不同的传感器来引导铣刨深度控制。

[0085] 将领会到的是,上面讨论的期望的横向斜度是当铣刨鼓到达建筑机器10外部的参考系内的所讨论的位置时,铣刨鼓22创建规划表面所需要的横向斜度。更通常地,本公开提出了,在建筑机器10外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处利用控制器48确定表示设计表面81的横截面轮廓82的数据的技术,该横截面轮廓82由设计表面与假想平面P的相交部限定,该假想平面P垂直于纵向框架轴线11并且包括铣刨鼓22的旋转轴线23。在图1和图10中所示的取向中,其中纵向框架轴线11平行于外部参考系统的x方向取向,平面P是外部参考系统的y、z平面。

[0086] 铣刨鼓22在z方向上产生设计表面的所需位置和所需横向斜度取决于铣刨机器10的行进方向。控制器48可以从第一位置数据确定部件44和第二位置数据确定部件46确定该行进方向。此外,控制器48可以确定在建筑机器10外部的参考系中在铣刨鼓22的任何选定位置和取向处表示设计表面的横截面轮廓82的数据,所述横截面轮廓82由设计表面与假想平面P的相交部限定。铣刨鼓22的选定位置和取向可以是当前位置和取向,或者它可以是在

其当前位置前方的铣刨鼓22的预期路径中的铣刨鼓的一些预测的未来位置和取向。如在下面的进一步讨论中所见,控制器48的确定铣刨鼓下方的设计表面的横截面轮廓现在和将来是什么样的能力允许控制器48选择用于在任何给定时间控制铣刨深度的最期望的传感器子集。

[0087] 图6示意性地示出了立在现有地面表面16上的铣刨机10的后视图。在建筑机器10外部的参考系中在铣刨鼓22的所示位置和取向处,由设计表面与假想平面P的相交部限定的设计表面的横截面轮廓由82示意性地表示,所述假想平面P垂直于纵向框架轴线11并且包括铣刨鼓22的旋转轴线23。这也可以被称为紧邻铣刨鼓22下方的设计表面81的横截面轮廓。

[0088] 在铣刨鼓22的左端28下方的设计表面81的横截面轮廓82上的点由编号为84的“X”指示。在铣刨鼓22的右端30下方的设计表面81的横截面轮廓82上的点由编号为86的“X”指示。在铣刨鼓22的中点下方的设计表面81的横截面轮廓82上的点由编号为88的“X”指示。控制器48配置成比较点84、86和88并确定它们是否位于直线上。如果它们是位于直线上,则这表明在端点之间没有“冠部”或其他不连续部,并且期望的横向斜度是通过三个点的线的斜度。此外,铣刨鼓22下方的那些点的竖直距离是铣刨鼓22将现有地面表面铣刨到适当水平以创建期望的设计表面的期望铣刨深度。

[0089] 图7示意性地示出了立在地面表面上的铣刨机的后视图,但是这次立在包括冠部90的设计表面81的横截面轮廓82的一部分上方。图8示意性地图示出了通过控制器48对这三个点的比较,该控制器48将确定这三个点不位于直线上。一旦该控制器48确定这三个点不位于直线上,则下一步骤就是确定冠部90的位置。这可以通过检查从外部点84和86中的一个向内的中间点直到发现与另一个端点和中间点88对准的设计高度来完成。图9示出了该过程,其中左点84已经向内移动,直到其位于冠部90处,在该点处发现三个点84、86和88处于直线中。对于图9中见到的示例,期望的横向斜度被确定为通过三个点84、86和88的线的斜度。

[0090] 控制器48当然也可以被配置成选择到冠部90左侧的斜度作为设计斜度。在类似于图7-图9的情况下,控制器可以配置成选择期望的横向斜度作为铣刨鼓22下面的最长长度的斜度,其在图9的示例中是在冠部90右侧的斜度。控制器48还可以配置成选择与先前铣刨的部分邻接的斜度中的一个,或者控制器48可以配置成使得可以由操作者选择到冠部90的右侧或左侧的斜度。控制器48还可以提供有描述先前铣刨道次的信息,并且可以确定冠部90的一侧的设计表面已经形成,在这种情况下,控制器将选择铣刨冠部90的另一侧上的剩余斜度所需的设置。

[0091] 图12示意性地图示出了检查沿着由铣刨鼓的两端的x、y位置限定的线而位于铣刨鼓22的长度的横向外侧的点的设计高度的另一替代方案。在所示的实施例中,控制器可以配置成检查沿着在与铣刨鼓22的左侧横向间隔开距离92的x、y位置和与铣刨鼓22的右侧横向间隔开距离94的x、y位置之间延伸的线的设计铣刨深度高度。距离92和94可以例如在0至3米的范围内,或者更优选地可以在10cm至20cm的范围内。类似于上面针对图7-图9所描述的方式,在那些x、y位置处的设计表面高度96和98可以与铣刨鼓22上的中间点处的设计表面高度88进行比较。以这种方式,控制器48可以识别落在距铣刨鼓22右侧的横向距离94内的冠部或其他不连续部90的位置。该信息可以显示给操作员和/或由控制器48利用以修改

铣刨机器10的规划路径或选择不同的传感器子集来引导铣刨深度控制。

[0092] 控制器还可以检测凹冠部情况,如图13中示意性所示。在这种情况下,类似于上面描述的用于检测图8和图9中的冠部90的位置的情况,控制器可以将点86向内移动直到其与点84和88对准以识别凹冠部100的位置。

[0093] 可能的传感器子集的优先级排序:

[0094] 将领会到的是,当存在可用于控制铣刨鼓22的铣刨深度的传感器的多个选择时,由于各种原因,一些子集可能比其它子集更优选。

[0095] 在一个实施例中,如果当前使用的传感器子集可用于当前控制情况,并且如果该传感器子集可用于在铣刨鼓的当前位置紧前方的预期控制情况,则可以优选地保持该当前使用的传感器子集的使用。使用当前使用的子集可以是优选的,因为这避免了更换主动控制传感器的需要,并从而避免了铣刨操作的可能中断。

[0096] 在另一个实施例中,由于铣刨深度传感器的精度更高,因此优选使用铣刨深度传感器(诸如侧板传感器50和52或前导传感器51和53)而不是使用横向斜度传感器56来控制铣刨深度。

[0097] 在又一个实施例中,优选使用侧板传感器50和52中的一个或两个而不是前导传感器51和53来控制铣刨深度,因为侧板传感器位于更靠近平面P的位置,并从而更直接地测量实际铣刨深度。由于前导传感器51和53的位置位于平面P之前,因此它们可能由于不平坦的现有地面表面或者由于不精确地平行于地面表面的机器框架12的纵向倾斜而遇到不准确。

[0098] 在另一个实施例中,如果铣刨深度控制器将使用横向斜度传感器56,则可以优选与横向斜度传感器56结合来使用右侧板传感器52而不是左侧板传感器50或者可以优选使用右前导传感器53而不是左前导传感器51,因为右侧板传感器52或右前导传感器53可以更靠近铣刨鼓22的右端并且更直接地可被铣刨机10的操作人员看到。如本领域技术人员理解的那样,铣刨机通常被设计成使得铣刨鼓22的右端可以最靠近障碍物铣刨,并且不太会被从铣刨机10的左侧驱动铣刨鼓22的典型的带和滑轮驱动系统遮挡。

[0099] 基于这些因素以及可能存在的任何其它因素,控制器48可以设置有从可用传感器集中选择的多个可能的传感器子集的优先级排序。该优先级排序可以保存在控制器48的存储器60中,并且由控制器48在存储器60中查找该优先级排序来提供。还可以允许铣刨机10的操作员经由操作员界面66修改所保存的优先级排序。

[0100] 例如,如果可用传感器集仅包括侧板传感器50和52以及横向斜度传感器56,则可能的传感器子集包括:(1)左侧板传感器50和右侧板传感器52;(2)左侧板传感器50和横向斜度传感器56;以及(3)右侧板传感器52和横向斜度传感器56。利用那些可能的传感器子集,优先级排序可以是:

[0101] -第一优先级排序是当前使用的子集;

[0102] -第二优先级排序是左侧板传感器50和右侧板传感器52;

[0103] -第三优先级排序是右侧板传感器52和横向斜度传感器56;以及

[0104] -第四优先级排序是左侧板传感器50和横向斜度传感器56。

[0105] 在另一个示例中,如果可用传感器集还包括左前导传感器51和右前导传感器53,则可能的传感器子集还包括:(4)左前导传感器51和右前导传感器53;(5)右前导传感器53和横向斜度传感器56;(6)左前导传感器51和横向斜度传感器56;(7)右侧板传感器52和左

前导传感器51;以及(8)左侧板传感器50和右前导传感器53。利用这些附加的可能的传感器子集,可能的传感器子集的优先级排序可以是:

- [0106] -第一优先级排序是当前使用的子集;
 - [0107] -第二优先级排序是左侧板传感器50和右侧板传感器52;
 - [0108] -第三优先级排序是左前导传感器51和右前导传感器53;
 - [0109] -第四优先级排序是右侧板传感器52和左前导传感器51;
 - [0110] -第五优先级排序是左侧板传感器50和右前导传感器53;
 - [0111] -第六优先级排序是右侧板传感器52和横向斜度传感器56;
 - [0112] -第七优先级排序是左侧板传感器50和横向斜度传感器56;
 - [0113] -第八优先级排序是右前导传感器53和横向斜度传感器56;以及
 - [0114] -第九优先级排序是左前导传感器51和横向斜度传感器56。
- [0115] 将领会到的是,上述示例仅是示例,且铣刨机的操作员或设置控制器48的人可以选择将提供给控制器的任何期望的优先级排序。

[0116] 可用子集的确定:

[0117] 将领会到的是,取决于各种因素,包括设计表面81的横截面轮廓82以及该轮廓是否包括不连续部(诸如冠部90或凹冠部100),一些传感器子集可用于创建对应于设计表面的所需铣刨表面,而一些子集可能不可用。

[0118] 例如,考虑如图3、图4和图6中所示的情况,其中待切削的横截面轮廓82是从铣刨鼓22的一端28到另一端30的直线。假设可用的传感器集包括左侧板传感器50、右侧板传感器52和横向斜度传感器54,那么这些传感器中的任何两个可用于切削点84和86之间的轮廓82。

[0119] 在另一个示例中,考虑到图7-图9中所示的冠部90的情况,可能期望在铣刨鼓22的右端30下面的点86和冠部点90之间产生横截面轮廓82的一部分。假设可用的传感器集包括左侧板传感器50、右侧板传感器52和横向斜度传感器54,唯一可用的组合可以是右侧板传感器52和横向斜度传感器54,因为适于左侧板传感器50的可用铣刨深度数据不能用于铣刨86和90之间的平面。

[0120] 在又一个示例中,考虑到如图13-图14中所示的凹槽或凹冠部100的情况,可能期望进行如图14中所见的初步切削,使得铣刨鼓22的任何部分都不在横截面轮廓82下方铣刨。例如,如图13中所见,左侧板传感器50和右侧板传感器52可以用于进行初步切削,其中铣刨鼓22的左端28和右端30切削到点84和86的深度。这将留下未切削区域102以在稍后的道次中进行切削。因此,对于图14所示的切削,唯一可用的组合可以是左侧板传感器50和右侧板传感器52。

[0121] 传感器不能用于执行所需铣刨的情况的另一个示例是,其中一个侧板传感器位于设计表面数据集的区域之外,使得在该侧板的位置处没有可用于所需铣刨深度的数据。

[0122] 控制器48还可以确定没有传感器子集可用于进行所需的铣刨切削。例如,两个侧板可以位于设计表面数据集的区域之外。在这种情况下,控制器48可以向铣刨机的操作员提供警告或警报。

[0123] 还存在传感器可能不可用的其它情况。侧板传感器可能在已经铣刨的表面上运行。铣刨深度传感器之一下方的地面可能不可用于参考:侧板传感器可能在不规则的被碎

屑阻挡的台肩上运行;由于铣刨鼓前面的碎屑,前导传感器可能不可用。机器可能检测到不一致的传感器读数并自动决定不使用某些传感器,或者操作员可能决定不使用某些传感器,因为他在机器之前意识到这些状况。可以由控制器使用可由铣刨机使用适当的传感器检测到的或以其他方式可用于控制器的任何这些信息,以自动确定可用于创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分的优选传感器子集。

[0124] 控制方法:

[0125] 在一个实施例中,控制建筑机器10的方法可包括以下步骤:

[0126] (a) 向控制器48提供设计表面数据集,该设计表面数据集限定要在建筑机器外部的参考系(x,y,z)中创建的设计表面;

[0127] (b) 向控制器48提供从可用传感器的集中选择的多个可能的传感器子集的优先级排序;

[0128] (c) 当建筑机器在地面表面16上移动时,用铣刨鼓22执行铣刨操作;

[0129] (d) 在建筑机器10外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处,利用控制器48确定表示设计表面81的横截面轮廓82的数据,该横截面轮廓82由设计表面与假想平面P的相交部限定,该假想平面P垂直于纵向框架轴线11并且包括铣刨鼓22的旋转轴线23;

[0130] (e) 利用控制器48确定优选传感器子集,该优选传感器子集可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处创建设计表面81的横截面轮廓82的至少一部分,并且该优选传感器子集具有所有可用传感器子集的最高优先级排序;以及

[0131] (f) 利用控制器48自动保持或切换对铣刨深度的控制,以使用优选的传感器子集。

[0132] 关于向控制器48提供限定要在建筑机器外部的参考系(x,y,z)中创建的设计表面的设计表面数据集的上述步骤(a),将领会到的是,可以如上所述直接提供设计表面数据集,或者可以通过提供从中导出设计表面数据的其它数据来间接提供设计表面数据集。例如,铣刨机可提供有限定现有表面的实际表面数据集、以及铣刨深度数据集,且然后可以通过从实际表面高度减去铣刨深度来导出适于设计表面的数据。

[0133] 将理解的是,用控制器48切换对铣刨深度的控制可以以类似于授予Jurasz等人的美国专利第8,308,395中公开的方式进行,其细节通过引用并入本文。利用这种系统,控制器48可以在铣刨操作期间从基于多个可用传感器的第一选定子集的控制切换到基于优选传感器子集的控制,而不中断铣刨操作,并且不会对发送到升降柱17的控制信号进行任何不稳定的改变。

[0134] 在一个实施例中,在步骤(d)中,铣刨鼓22在建筑机器10外部的参考系中的选定位置和取向可以是铣刨鼓22在建筑机器外部的参考系中的当前位置和取向。

[0135] 在另一个实施例中,在步骤(d)中,铣刨鼓22在建筑机器10外部的参考系中的选定位置和取向可以是铣刨鼓22在建筑机器外部的参考系中的预测的未来位置和取向。

[0136] 在使用铣刨鼓22的预测的未来位置和取向的这种实施例中,步骤(f)可以至少在铣刨鼓到达铣刨鼓在建筑机器外部的参考系中的预测的未来位置和取向时执行。

[0137] 在使用铣刨鼓22的预测的未来位置和取向的另一个实施例中,步骤(f)可以在铣刨鼓到达铣刨鼓在建筑机器外部的参考系中的预测的未来位置和取向之前执行。

[0138] 将领会到的是,步骤(e)可以以多种方式进行。在一个实施例中,步骤(e)可进一步包括:

[0139] (e) (1) 确定可用于在建筑机器10外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处创建设计表面81的横截面轮廓82的至少一部分的所有传感器子集;以及

[0140] (e) (2) 选择具有最高优先级排序的可用子集。

[0141] 在另一个实施例中,步骤(e)可以进一步包括:

[0142] 确定具有最高优先级排序的传感器子集是否可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处创建设计表面81的横截面轮廓82的至少一部分;

[0143] 如果具有最高优先级排序的传感器子集是可用的,则选择具有最高优先级排序的传感器子集;以及

[0144] 如果具有最高优先级排序的传感器子集不可用,则确定具有次级最高优先级排序的传感器子集是否可用于在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓的选定位置和取向处创建设计表面的横截面轮廓的至少一部分。

[0145] 将领会到的是,在如图12中所示的情况下,在步骤(d)中使用的表示设计表面81的横截面轮廓82的数据可以包括表示在铣刨鼓22的横向外侧的诸如96和98的位置处的横截面轮廓82的数据。在一个实施例中,在步骤(d)中使用的表示设计表面的横截面轮廓82的数据可以包括铣刨鼓每侧的铣刨鼓22横向外侧的两个点,诸如96、96'或98、98'。在铣刨鼓22的每个横向侧上使用多个点有助于识别位于铣刨鼓22的长度外侧的不连续部。

[0146] 如图6-图9中所见,表示在步骤(d)中使用的横截面轮廓82的数据可以包括在对应于铣刨鼓22的第一端28和第二端30的点84和86处的数据,以及在铣刨鼓22上在第一端和第二端之间的至少一个中间点处的数据,该中间点直接在点88上方。

[0147] 在步骤(d)中使用的表示设计表面的横截面轮廓82的数据可以被描述为包括表示设计表面的横截面轮廓82上的至少三个点84、86、88的数据。

[0148] 如图7-图9和图13-图14中所见,步骤(e)可以包括在建筑机器外部的参考系中在铣刨鼓22的选定位置和取向处检测设计表面的横截面轮廓82中的不连续部。该不连续部可以是如图7-图9中所见的冠部90,或者如图13-图14中所见的凹冠部或凹槽100,或者任何其他来自直线的不连续部。另一种类型的不连续部可以由先前的铣刨道次在地面表面中形成的台阶部,该铣刨道次平行于当前道次或横向于当前道次。

[0149] 如果不连续部是位于铣刨鼓22的路径中的横截面轮廓82的冠部90,则该方法可以包括选择横截面轮廓82的在不连续部90的一侧上的一部分以由铣刨鼓22铣刨。

[0150] 如果不连续部是位于铣刨鼓22的路径中的横截面轮廓82的凹槽100,则该方法可以包括选择由铣刨鼓22进行的初步切削,如图14中所见,使得铣刨鼓22的任何部分都不在横截面轮廓82下方铣刨。

[0151] 将领会到的是,在最终选择要在任何时间使用的传感器子集时要考虑的另一个因素包括确定优选的传感器子集既在理论上是可用的并且当前也是可操作的。如果给定传感器由于设备故障或环境障碍等而当前不可操作,则选择过程移动到能够使用的可用传感器的下一个最期望的子集。对给定传感器的可操作性的环境障碍的示例是,侧板传感器因为侧板在诸如道路的软台肩部的不规则表面上运行而不能使用。

[0152] 如前所述,优先级排序可以将任何当前使用的传感器子集列为最高优先级,以避免传感器的不必要改变。可选地,控制器可以查看铣刨鼓的当前位置前方的路径中的设计表面的横截面轮廓,并确定将存在对优先级排序高于当前使用的子集的传感器子集所需

的未来改变。在这种情况下,因为无论如何都将需要传感器的改变,所以控制器可以继续进行并进行从当前使用的子集到将来将需要的优选子集的改变。

[0153] 因此,可以看出,本公开的装置和方法容易地实现所提到的目的和优点以及其中固有的目的和优点。虽然为了本实用新型的目的已经示出和描述了本公开的某些优选实施例,但是可以由本领域的那些技术人员对部件和步骤的布置和构造进行许多改变,这些改变包含在如由所附权利要求限定的本公开的范围和精神内。每个公开的特征或实施例可以与任何其他公开的特征或实施例组合。

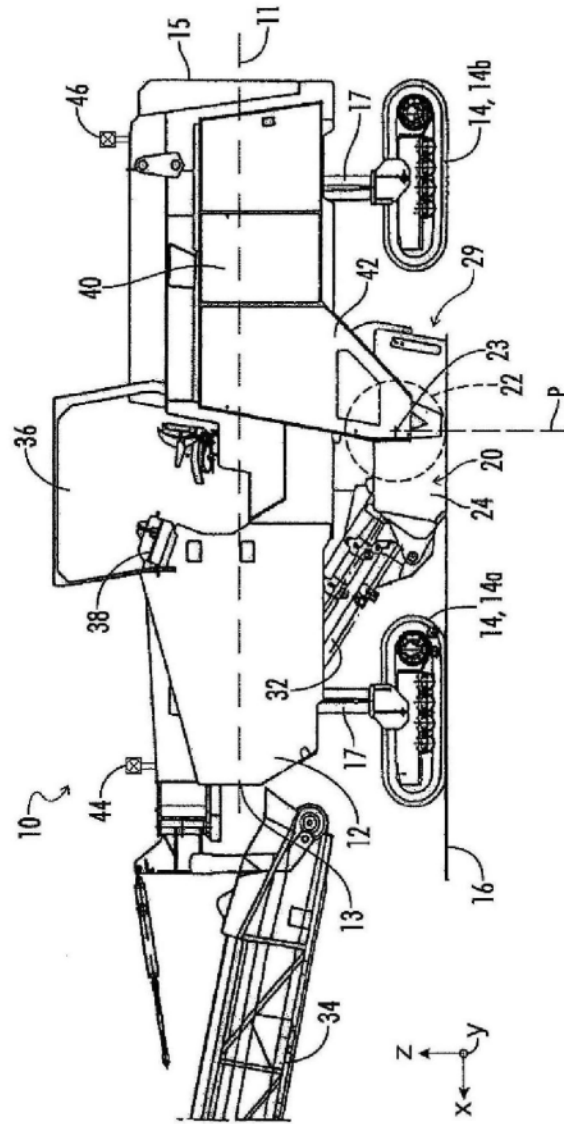


图1

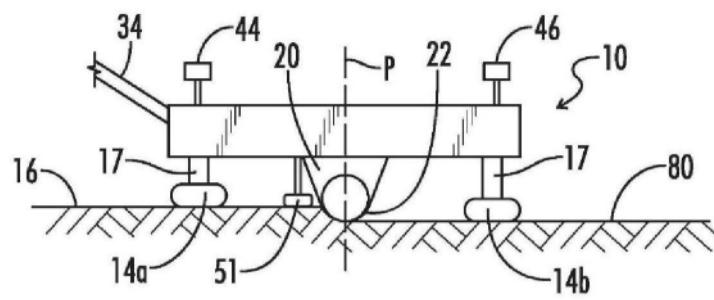


图2

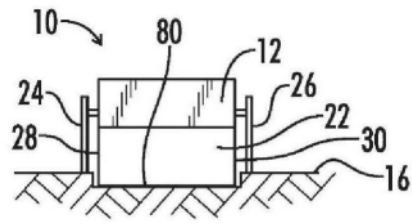


图3

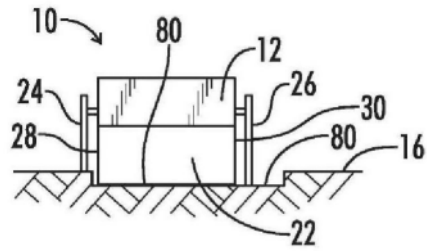


图4

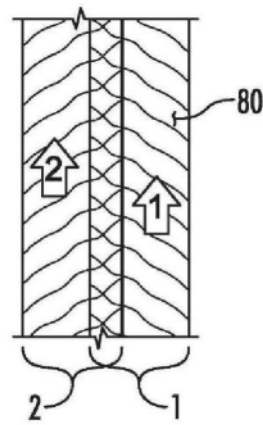


图5

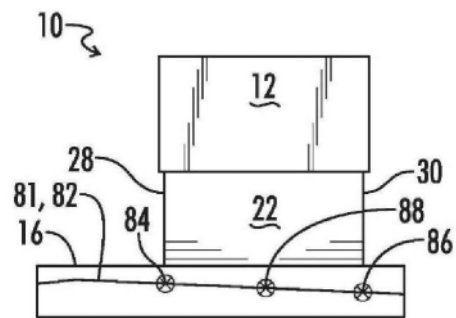


图6

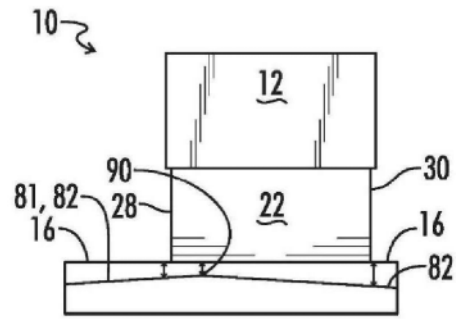


图7

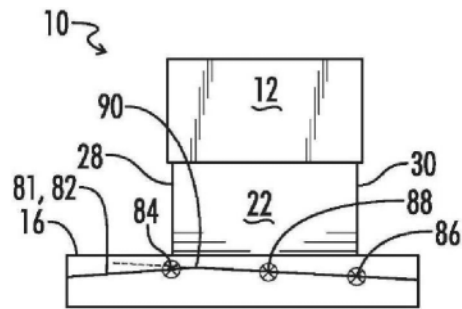


图8

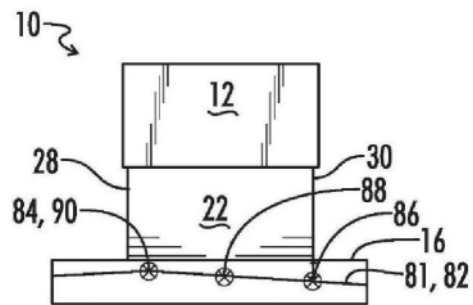


图9

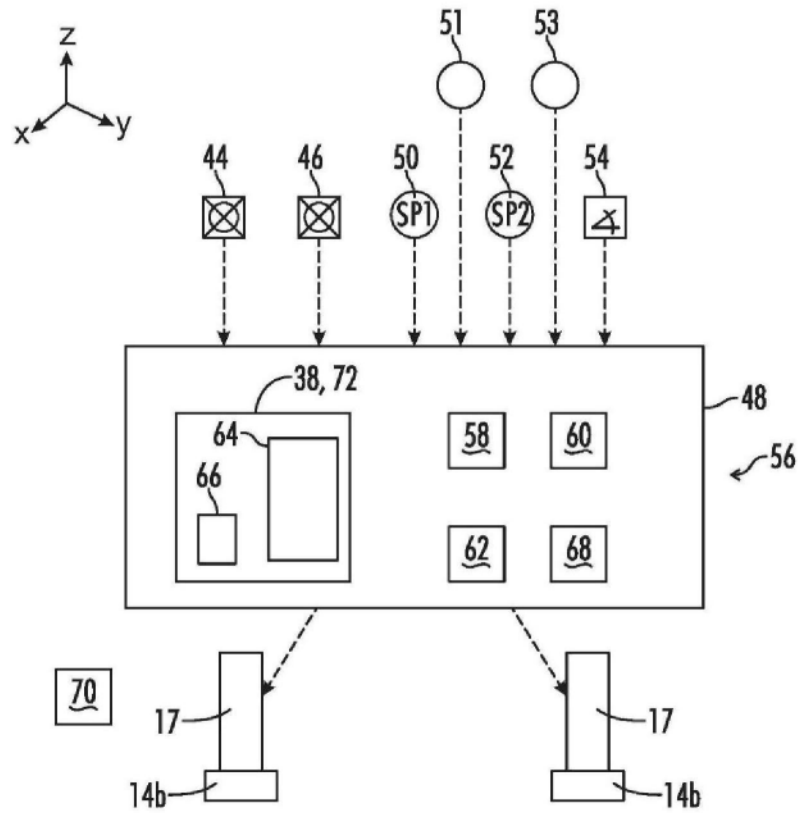


图10

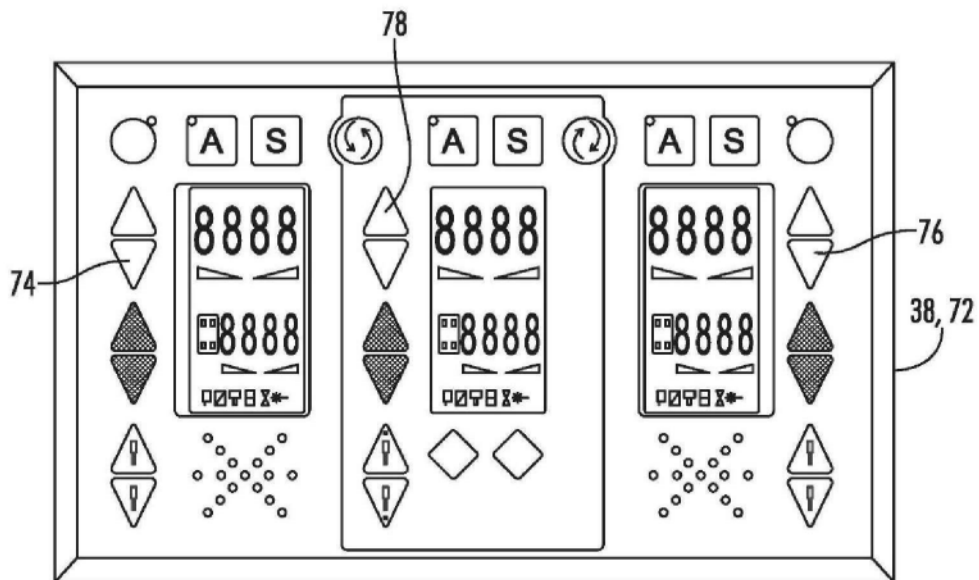


图11

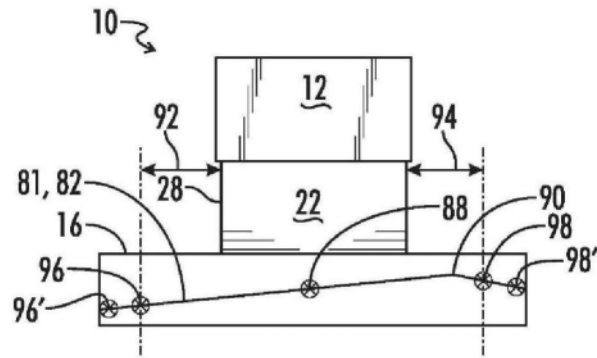


图12

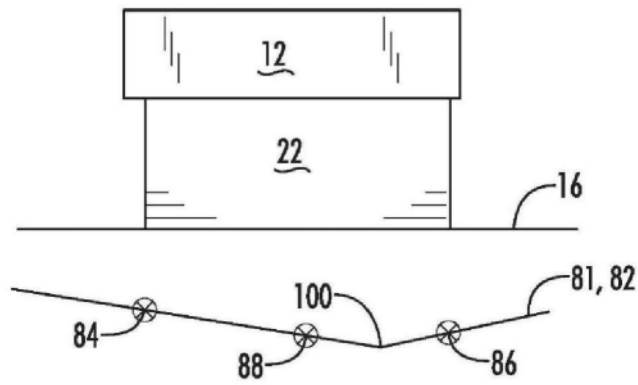


图13

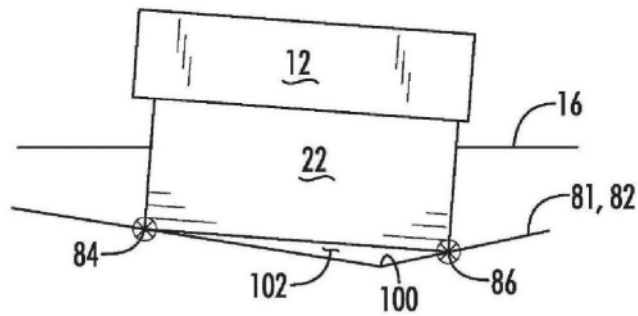


图14