



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105151121 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510253351. 8

(22) 申请日 2015. 05. 18

(30) 优先权数据

102014106928. 5 2014. 05. 16 DE

202014104858. 8 2014. 10. 10 DE

(71) 申请人 汉堡联邦国防军大学

地址 德国汉堡

申请人 汉堡创新股份有限公司

(72) 发明人 莱纳·布伦斯 史蒂芬·乌尔里希

康斯坦丁·克瑞文扣

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有

限公司 11270

代理人 武晨燕 徐川

(51) Int. Cl.

B62D 12/02(2006. 01)

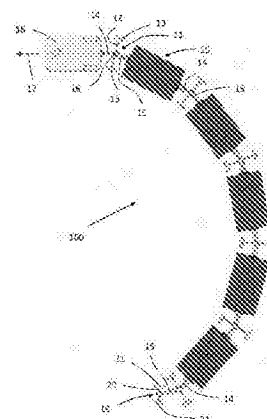
权利要求书3页 说明书15页 附图11页

(54) 发明名称

无轨式拖拉机车和用于操控无轨式拖拉机车的方法

(57) 摘要

本发明的主题是一种无轨式拖拉机车(100), 其具有至少一个运输模块(10) 和至少两个轴模块(11), 其中, 每个运输模块(10) 布置在两个轴模块(11) 之间, 其中, 每个轴模块(11) 具有轮轴(12) 和用于操控所述轮轴(12) 的操控装置, 其中, 所述轴模块(11) 的操控装置在每种情况下以如下方式实现: 每个操控装置操控被指派给自己的所述轴模块(11), 所述操控独立于另一轴模块(11) 的操控装置进行。



1. 一种无轨式拖拉机车 (100), 具有:
至少一个运输模块 (10), 和
至少两个轴模块 (11),
其中, 每个运输模块 (10) 布置在两个轴模块 (11) 之间,
其中, 每个轴模块 (11) 具有: 轮轴 (12) 和用于操控所述轮轴 (12) 的操控装置,
其中, 轴模块 (11) 的每个操控装置在每种情况下以如下方式实现: 所述操控装置操控被指派给自己的所述轴模块 (11), 所述操控独立于另一轴模块 (11) 的操控装置进行。
2. 根据权利要求 1 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
每个所述轴模块 (11) 具有第一悬臂 (14) 和第二悬臂 (15), 其中所述第一悬臂 (14) 和所述第二悬臂 (15) 经由铰接连接部 (16) 连接到所述轮轴 (12)。
3. 根据权利要求 2 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述铰接连接部 (16) 具有至少一个竖直枢转接头 (33, 33a, 33b), 其中所述竖直枢转接头 (33, 33a, 33b) 具有的旋转轴线 (34) 相对于所述悬臂 (14, 15) 的纵向延伸方向而垂直地实现。
4. 根据权利要求 3 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述铰接连接部 (16) 恰好具有一个竖直枢转接头 (33), 其中所述第一悬臂 (14) 和所述第二悬臂 (15) 连接到所述一个竖直枢转接头 (33)。
5. 根据权利要求 3 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述铰接连接部 (16) 具有第一竖直枢转接头 (33a) 和第二竖直枢转接头 (33b), 其中, 所述第一悬臂 (14) 经由所述第一竖直枢转接头 (33a) 连接到所述轮轴 (12), 其中, 所述第二悬臂 (15) 经由所述第二竖直枢转接头 (33b) 连接到所述轮轴 (12)。
6. 根据权利要求 2 至 5 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述铰接连接部 (16) 具有水平枢转接头 (51), 其中所述水平枢转接头 (51) 具有的旋转轴线 (54) 至少在所述拖拉机车 (100) 向前直行的情况下相对于所述拖拉机车 (100) 的行进方向 (17) 而横向地延伸。
7. 根据权利要求 2 至 6 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述操控装置以如下方式实现: 所述操控装置操控所述轮轴 (12) 至所述第一悬臂 (14) 与所述第二悬臂 (15) 之间的角平分位置。
8. 根据权利要求 2 至 7 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述操控装置具有至少两个连接棒 (26, 28), 其中, 第一连接棒 (26) 以第一端连接到所述第一悬臂 (14) 并以第二端连接到所述轮轴 (12), 其中, 第二连接棒 (28) 以第一端连接到所述第二悬臂 (15) 并以第二端连接到所述轮轴 (12), 其中, 每个所述连接棒 (26, 28) 以其第一端或者其第二端在直线形引导部 (30, 31) 中按可移位方式被引导。
9. 根据权利要求 1 至 7 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述操控装置通过齿轮单元的形式实现。
10. 根据权利要求 9 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,
所述齿轮单元具有: 连接到所述第一悬臂 (14) 的第一齿轮 (36), 连接到所述第二悬臂 (15) 的第二齿轮 (37), 和连接到所述轮轴 (12) 的至少一第三齿轮 (38), 其中, 所述第一齿轮 (36) 和所述第二齿轮 (37) 利用所述至少一个第三齿轮 (38) 以能够旋转运动的方式连

接。

11. 根据权利要求 1 至 7 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于, 所述操控装置通过弹簧缓冲系统的形式实现。

12. 根据权利要求 11 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述弹簧缓冲系统具有: 连接到所述第一悬臂 (14) 并连接到所述轮轴 (12) 的第一弹簧元件 (42), 连接到所述第二悬臂 (15) 并连接到所述轮轴 (12) 的第二弹簧元件 (43), 和至少一个缓冲元件 (44, 45, 46, 47)。

13. 根据权利要求 12 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述至少一个缓冲元件 (44) 连接到所述轮轴 (12) 并连接到所述第一悬臂 (14) 或连接到所述第二悬臂 (15)。

14. 根据权利要求 12 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述弹簧缓冲系统具有三个缓冲元件 (45, 46, 47), 每个所述缓冲元件 (45, 46, 47) 以第一端连接到所述轮轴 (12) 并以第二端连接到与所述铰接连接部 (16) 相连的附接框架 (48), 其中, 第一缓冲元件 (45) 和第二缓冲元件 (46) 相对于所述轮轴 (12) 的纵向延伸方向而以小于 90° 的角度倾斜地布置并连接到所述轮轴 (12) 的第一侧, 其中, 第三缓冲元件 (47) 相对于所述轮轴 (12) 的纵向延伸方向而垂直地布置并连接到所述轮轴 (12) 的与所述第一侧相反安置的第二侧。

15. 根据权利要求 1 至 7 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述操控装置具有: 利用电子控制单元控制的马达动力驱动器。

16. 根据权利要求 2 至 14 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

沿所述拖拉机车 (100) 的行进方向 (17) 所看到的末尾轴模块 (11) 以其第一悬臂 (14) 连接到运输模块 (10), 并以其第二悬臂 (15) 连接到具有至少一个轮 (21) 的转向构架 (19)。

17. 根据权利要求 16 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

比塞尔转向架 (50) 布置在沿所述拖拉机车 (100) 的行进方向 (17) 所看到的所述末尾轴模块 (11) 与所述转向构架 (19) 之间。

18. 根据权利要求 17 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述比塞尔转向架 (50) 具有的连接棒 (60) 以第一端连接到沿所述行进方向 (17) 所看到的所述末尾轴模块 (11) 的所述轮轴 (12), 并以与所述第一端相反安置的第二端连接到所述转向构架 (19) 的轮轴 (20)。

19. 根据权利要求 17 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

所述比塞尔转向架 (50) 具有: 第一连接棒 (58)、第二连接棒 (59)、和引导元件 (56), 所述引导元件 (56) 以能够移位运动的方式安装在沿所述行进方向 (17) 所看到的所述末尾轴模块 (11) 的所述第二悬臂 (15) 上, 其中, 所述第一连接棒 (58) 连接到所述引导元件 (56) 并连接到沿所述行进方向 (17) 所看到的所述末尾轴模块 (11) 的所述轮轴 (12), 其中, 所述第二连接棒 (59) 连接到所述引导元件 (56) 并连接到所述转向构架 (19) 的轮轴 (20)。

20. 根据权利要求 1 至 19 中的一项所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

至少两个运输模块 (10) 通过 U 形支撑框架的形式设置, 其中, 所述至少两个运输模

块 (10) 在其上端处具有至少一个向外指向的支撑臂 (61, 62), 且每个向外指向的支撑臂 (61, 62) 具有联接元件 (63, 64), 其中, 彼此相邻布置的各运输模块 (10) 的彼此相反布置的各支撑臂 (61, 62) 利用所述联接元件 (63, 64) 以铰接方式彼此联接。

21. 根据权利要求 20 所述的无轨式拖拉机车 (100), 其特征在于,

彼此相反布置的各支撑臂 (61, 62) 的所述联接元件 (63, 64) 连接到在所述铰接连接部 (16) 上布置的全浮式轴 (65)。

22. 一种用于操控根据权利要求 1 至 20 中的一项实现的无轨式拖拉机车 (100) 的方法, 在所述方法中, 轴模块 (11) 的所述操控装置的操控角适配于所述无轨式拖拉机车 (100) 的轨迹。

23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其特征在于,

在所述无轨式拖拉机车 (100) 行进运动的情况下, 所述操控角的适配以在短时段内的、彼此相继的间隔连续地进行。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的方法, 其特征在于,

为了适配所述操控角, 确定将被操控的所述轴模块 (11) 的轴中心点和被布置在该轴模块 (11) 的沿所述无轨式拖拉机车 (100) 的行进方向 (17) 所看到的紧邻前方的轴模块 (11) 的轴中心点。

无轨式拖拉机车和用于操控无轨式拖拉机车的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无轨式拖拉机车。此外,本发明还涉及一种用于操控无轨式拖拉机车的方法。

背景技术

[0002] 无轨式拖拉机车可特别用作工业货车,例如用于公司内部运输。拖拉机车通常具有至少一个运输模块,优选地为两个或更多个运输模块,前后布置并可通过这样的方式实现:它们可运输载荷或货物,特别是水平运输。此外,拖拉机车通常具有牵引车辆,牵引车辆在沿行进方向所看到的第一运输模块的前方产生动力,以牵引运输模块并由此沿所希望方向运动。构造拖拉机车时重要的目的在于:运输模块以最大可能的方向稳定性跟随牵引车辆。运输模块的小的方向偏离、或者甚至有可能的完全不偏离,即使在小的交通区域上也能够安全运动。另外,方向稳定性减小了碰撞事故的风险,这是因为,不在牵引车辆的轨道中运动的运输模块可能在弯道中与位于行进车道边缘处的人员或物体快速碰撞。

[0003] 运输模块的运行齿轮单元的各种构造是在现有技术中已知的。例如,运输模块可具有两个主轮,主轮以不可枢转的方式布置在轮轴上。除了主轮以外,优选地还可将进一步的支撑辊(实现为拖拽辊)布置在运输模块的角部以安全地支撑运输模块。这些支撑辊可以自身自动取向并因而通常不会显著影响拖拽行为和方向稳定性。这些两轮的或单一轴的运输模块的运行齿轮单元具有简单设计并因而可经济有效地制造。由于不需要装置来操控所述轮,因而运行齿轮单元具有低复杂度,结果其很少需要维护并且操作可靠。不过,这种运行齿轮单元的直接布置在运输模块上的缺点在于:具有两个主轮的轴不得不大致位于运输模块的中心以能够实现良好的拖拽行为以及高度的运输模块常规稳定性。不过,这显著限制了加载带有可滚动运输框架的运输模块的可能性。特别地,除非使用额外技术辅助,否则具有这种运行齿轮单元的运输模块不能在两侧上加载,这是因为其具有的相对较大的运输框架的占用尺度大致对应于运输模块的宽度。

[0004] 为了能够允许运输模块在两侧上通过运输框架或者其它可滚动的货物载体加载和卸载,已经开发出四轮运输模块运行齿轮单元用于拖拉机车,其中两个轮总是布置在一个轴上。这些轮以如下方式安装:它们可使用机械或液压操控装置围绕竖直轴线枢转。具有这种运行齿轮单元无轨式拖拉机车是已知的,例如从DE 10 2008 060 801 B3可知。轮的操控角(steering angle)在此通过操控装置根据在拖车挂钩与拖车纵向轴线之间的角度改变。各个操控装置相互联接,在此例如经由联动装置联接,结果使前轮的操控角在数值上对应于后轮的操控角。在此不利的是,前轴轮的转向运动不得通过反转方向传递到后轮。这是困难的,特别是当运输模块在两侧上通过可滚动的运输框架加载和卸载时。为此目的,使用运输模块的实施例,其被称为U框架且其支撑框架从侧方看具有底部开放的桶架的形状。这种桶架的支柱在此通过两个轮轴支撑。从前轴向后轴的转向锁的传动装置在此特别昂贵,这是因为,所述运动不得不在相对较大的距离上传递并且经历多个方向偏转。因此,实施这种拖拉机车的技术费用很高,结果使制造成本和维护要求都较高。

发明内容

[0005] 本发明的目的因而在于：形成可用的无轨式拖拉机车，其出色之处包括：良好的载荷能力、低方向稳定性时的良好的拖拽行为，还包括：易于以低技术复杂度制造。此外，本发明的目的在于：形成可用的无轨式拖拉机车操控方法，利用所述操控方法特别是能够实现无轨式拖拉机车的良好的空间稳定性。

[0006] 此目的通过独立权利要求的特征得以实现。本发明的有利的实施方式在各从属权利要求中具体限定。

[0007] 根据本发明，提供一种无轨式拖拉机车，其具有至少一个运输模块和至少两个轴模块，其中，每个运输模块布置在两个轴模块之间。每个轴模块具有：轮轴和用于操控所述轮轴的操控装置。轴模块的每个操控装置在每种情况下以如下方式实现：所述操控装置操控被指派给自己的所述轴模块，所述操控独立于另一轴模块的操控装置 (steering device) 进行。

[0008] 在根据本发明的拖拉机车中，轮轴和操控装置均布置在轴模块上，而不是运输模块上。拖拉机车因此通过可替代布置的轴模块和运输模块的铰接一带类的系统构建，因而不是通过在前后布置中相互联接的运输模块或拖拽器构建。拖拉机车可具有运输模块，优选地为相互前后布置的多个运输模块，其中运输模块可具有载荷拾取装置，利用该载荷拾取装置，运输模块可拾取将被运输的载荷或货物。轴模块经由轮轴支撑运输模块以及地面上将被运输的载荷或货物的重量，优选地有两个轮附接到轮轴。除了轮轴以外，每个轴模块还具有操控装置，操控装置以这样的方式控制轮轴的朝向：在常规行进操纵过程中的方向偏离尽可能小或者趋向于零。各个轴模块的操控装置不相互联接或连接，而是每个轴模块的操控装置独立于其它轴模块的操控装置进行操作。轴模块的操控装置因而在根据本发明的拖拉机车中不在操作上相互连接。结果在事实上，轴模块的操控装置不相互联接，或者不在操作上相互连接，在各个操控模块或者轴模块之间也不存在连接结构，例如采用联动装置形式的连接机构，否则将会不得不利用运输模块来引导并由此可能会损害运输模块的载荷能力。与此不同的是，根据本发明的拖拉机车的运输模块在其载荷能力上不受限制，结果使得运输模块可无困难地通过可滚动的运输框架从两侧加载。此外，根据本发明的这种拖拉机车的制造过程中的技术复杂度也会降低，这是因为，不需要在各个轴模块或轴模块操控装置之间形成或产生构建费用高昂且需安装的连接结构。结果在事实上，根据本发明，轴模块的每个操控装置独立于其它轴模块的其它操控装置进行操作或起作用，也不需将信息和 / 或能量从牵引车辆传送到轴模块或者从越过轴模块传送到另一轴模块。

[0009] 除了轮轴和操控装置以外，在每种情况下优选地，所述轴模块还具有第一悬臂和第二悬臂，其中，所述第一悬臂和所述第二悬臂优选地经由铰接连接部连接到、特别是间接地或直接地连接到所述轮轴。两个悬臂（也可实现为支撑框架）用作在轴模块与运输模块或牵引车辆之间的连接机构。利用第一悬臂，运输模块例如能够以其与行进方向相反指向的后侧附接到轴模块。在轴模块在拖拉机车中被布置为首个的情况下，牵引车辆能够以其后侧利用第一悬臂附接。利用第二悬臂，运输模块例如能够以其沿行进方向的前侧附接到轴模块。悬臂优选地通过刚性材料实现。在运输模块或牵引车辆在每种情况下与悬臂的附接状态下，在悬臂与运输模块或牵引车辆之间的连接以刚性方式实现，结果防止在悬臂与

运输模块或牵引车辆之间的运动。这种刚性连接使得发生的所有操作力和扭矩能够在相应轴模块与相应运输模块之间传递。为了能够更换运输模块和 / 或能够使拖拉机车更短或更长,悬臂优选地以这样的方式构造:运输模块或牵引车辆可容易地从悬臂松脱和再次附接。结果,拖拉机车可适应于操作条件和需求的改变,而不需大量费用。

[0010] 特别地为了允许拖拉机车转弯,第一悬臂和第二悬臂优选地利用铰接连接部连接到轮轴。利用这种铰接连接部,第一悬臂可相对于第二悬臂旋转,反之亦然,结果使得附接到悬臂的运输模块可跟随牵引车辆的转弯。悬臂经由铰接连接部连接到轴模块的相应轮轴,结果使得在每种情况下在悬臂与轮轴之间的限定的旋转运动能够成为可能。

[0011] 优选地,所述铰接连接部具有至少一个竖直枢转接头,其中所述竖直枢转接头优选地具有旋转轴线,该旋转轴线相对于所述悬臂的纵向延伸方向而垂直地 (vertically) 实现。一个竖直枢转接头或多个竖直枢转接头 (优选地以杆形式实现) 允许轴模块的两个悬臂相对于彼此的相对运动。由于竖直枢转接头的旋转轴线,轴模块两个悬臂相对于悬臂纵向延伸方向而垂直的侧向旋转运动能够成为可能,结果使拖拉机车可行进通过弯道。竖直枢转接头或各竖直枢转接头优选地通过刚性方式实现,其具有高强度,使得竖直枢转接头可传递拉伸力、运输模块和将被运输的载荷的重力、和在转弯情况下由于离心力以及在重心偏心时可能会增高的倾斜力矩。

[0012] 所述铰接连接部可例如恰好具有一个竖直枢转接头,其中所述第一悬臂和所述第二悬臂于是优选地连接到所述一个竖直枢转接头。如果提供单一的竖直枢转接头与轴模块的两个悬臂附接,则轮轴的操控运动可以简化,这是因为,于是可在连接到对应轴模块的运输模块不运动的情况下操控轮轴。

[0013] 不过,可替代地,还可行的是:轴模块的两个悬臂不是经由公共竖直枢转接头来直接连接到轮轴,而是使所述铰接连接部具有第一竖直枢转接头和第二竖直枢转接头,其中,所述第一悬臂优选地经由所述第一竖直枢转接头连接到所述轮轴,其中,所述第二悬臂经由所述第二竖直枢转接头连接到所述轮轴。两个竖直枢转接头在此可例如布置在与轮轴牢固连接的板上,并可经由这个板连接到轮轴以及还相互连接。

[0014] 另外,可行的是:所述铰接连接部具有水平枢转接头,其中所述水平枢转接头优选地具有旋转轴线,该旋转轴线相对于所述拖拉机车的前进方向而横向地延伸,特别是在所述拖拉机车向前直行的情况下。水平枢转接头可以布置在第一悬臂自身中、或布置在第一悬臂与轮轴之间、或布置在第二悬臂自身中、或布置在第二悬臂与轮轴之间。水平枢转接头的旋转轴线可允许悬臂围绕水平枢转接头向上和向下旋转运动,结果使得拖拉机车的前进运动、例如在不平坦地区的行进运动 (例如在具有梯度的斜坡上行进) 能够得到补偿。

[0015] 为了能够以极高的方向稳定性实现运输模块的优化操控运动,优选地所述操控装置以如下方式实现:所述操控装置操控所述轮轴至所述第一悬臂与所述第二悬臂之间的角平分位置。相应地,优选设置如下:在第一悬臂与轮轴之间的第一前操控角和在第二悬臂与轮轴之间的第二后操控角通过操控装置被调节至基本等大的位置。操控装置因而优选地以如下方式实现:其能够以一定方式对应地对轮轴进行调节或取向,使得即使在转弯过程中,轮轴也可安置在第一前操控角与第二后操控角具有相等尺寸的位置。操控装置可通过机械、液压、气动、电磁、或电动马达动力的系统构成,用以操控轮轴。

[0016] 例如,所述操控装置具有至少两个连接棒,优选地以刚性方式实现,其中,第一连

接棒能以第一端连接到所述第一悬臂并以第二端连接到所述轮轴,其中,第二连接棒能以第一端连接到所述第二悬臂并以第二端连接到所述轮轴,其中,每个所述连接棒能以其第一端或者其第二端在直线形引导部中按可移位方式被引导。由于这些至少两个连接棒在一侧上以线性方式被引导的布置,因而可以形成具有简单机械运动学结构的操控装置,其中,第一前操控角与第二后操控角总是具有相等的尺寸,因而轮轴总是沿两个悬臂间角平分线的方向取向。通过这样的操控装置,两个操控角根据第一悬臂与第二悬臂之间的角度(也已知为弯曲角度)被强制设定。这样的操控装置的出色之处在于:设计简单,结果使制造成本以及维护费用较低。此外,这样的操控装置的出色之处还在于:故障脆弱性低。为了能够增强这种操控装置的刚性,还可以优选地使所述操控装置具有四个连接棒,其中第三连接棒类似于第一连接棒那样以第一端连接到第一悬臂并以第二端连接到轮轴,其中第四连接棒类似于第二连接棒那样以第二端连接到轮轴,其中第三和第四连接棒还均可通过其第一端或其第二端按可移位方式在直线形引导部中被引导。

[0017] 具有简单机械运动学结构的操控装置中,第一前操控角和第二后操控角总是具有相等的尺寸,因而轮轴总是沿两个悬臂间角平分线的方向取向,这种操控装置也可通过这样的方式实现:所述操控装置通过齿轮单元的形式实现。齿轮单元允许 1:1 的传动比,由此,轮轴可将轮轴设置到第一悬臂与第二悬臂之间的角平分位置。利用齿轮单元,第一悬臂的旋转运动(例如沿顺时针方向旋转)可转变为第二悬臂的沿逆时针方向的旋转运动,反之亦然。

[0018] 所述齿轮单元可具有:连接到所述第一悬臂的第一齿轮,连接到所述第二悬臂的第二齿轮,和连接到所述轮轴的至少一第三齿轮,其中,所述第一齿轮和所述第二齿轮利用所述至少一个第三齿轮以能够旋转运动的方式连接。齿轮在此可例如以斜齿轮的形式实现,斜齿轮被布置以相互啮合。

[0019] 此外,还可行的是:所述操控装置通过弹簧缓冲系统的形式实现。利用该弹簧缓冲系统,在稳态的和动态的驱动操纵的情况下,运输模块均可获得特别良好的方向稳定性。此外,弹簧缓冲系统的出色之处在于:简单的机械设计。

[0020] 优选地,所述弹簧缓冲系统具有:连接到所述第一悬臂并连接到所述轮轴的第一弹簧元件,连接到所述第二悬臂并连接到所述轮轴的第二弹簧元件,和至少一个缓冲元件。弹簧元件可特别地实现为线性弹簧元件,或者实现为扭转或扭曲弹簧。弹簧元件优选地以这样的方式实现:它们可产生最终扭矩,使得轮轴沿第一悬臂与第二悬臂之间的角平分线的方向取向。

[0021] 为了即使在动态驱动操纵情况下(例如进入弯道或离开弯道)也能够实现高程度的方向稳定性,优选地,除了两个弹簧元件以外,还设置至少一个缓冲元件。所述至少一个缓冲元件可连接到所述轮轴并连接到所述第一悬臂或连接到所述第二悬臂。缓冲元件优选地以如下方式实现:其可产生力或扭矩,所述力或扭矩取决于能够使缓冲元件的长度或角度改变的速度的值和方向。缓冲元件的力或扭矩总是优选地与在此的运动方向相反地起作用。结果,轮轴的延迟操控(steering)成为可能。在动态驱动操纵的情况下,有利的是:第一前操控角比第二后操控角更快地旋转。这可以实现,因为第一悬臂相对于轮轴的旋转快于第二悬臂相对于轮轴的旋转,其中第二悬臂相对于轮轴的旋转运动的速度可以利用缓冲元件被缓冲或减小。

[0022] 在优选设置中,缓冲元件以这样的方式实现:缓冲元件的效应可根据相应轮轴的速率而改变,结果可减小或者甚至完全消除速率对方向稳定性的影响。轮轴的速率,即,轮轴中心的速率,可以通过诸如轮轴的轮的旋转速度之类的本地可用的运动变量而确定。

[0023] 为了能够使拖拉机车操控行为适应于相应操作条件,缓冲元件也可通过可调节方式实现。这允许用户在转弯情况下通过调节缓冲元件而优化拖拉機車的运输模块的拖拽行为。

[0024] 在弹簧缓冲系统的情况下,特别优选的设置在于:所述弹簧缓冲系统具有三个缓冲元件,每个所述缓冲元件以第一端连接到所述轮轴并以第二端连接到与所述铰接连接部相连的附接框架,其中,第一缓冲元件和第二缓冲元件优选地相对于所述轮轴的纵向延伸方向而以小于 90° 的角度倾斜地布置并连接到所述轮轴的第一侧,其中,第三缓冲元件相对于所述轮轴的纵向延伸方向而垂直地(优选地以 90° 的角度)布置并连接到所述轮轴的与所述第一侧相反安置的第二侧。由于弹簧缓冲系统的这种实施例,在转弯过程中可实现特别良好的方向稳定性。

[0025] 另外,可行的是:所述操控装置具有可利用电子控制单元控制的马达动力驱动器。通过这样的操控装置,轴模块的轮轴可使用马达动力驱动器来操控,其中,轴模块的每个操控装置的马达动力驱动器(也被称为马达动力伺服驱动器)可通过电子控制单元根据牵引车辆的速率和操控角的时间曲线、或者根据其在紧邻前方行进的轴模块的速率和操控角的时间曲线进行控制。各个轴模块的操控装置相互独立地操作,在某种程度上是自治的,因而不相互连接、或不在操作上相互连接。操控装置的马达动力驱动器优选地具有用于产生机械致动动力的马达和用于适配致动行程和致动扭矩或致动力的齿轮单元。操控装置的马达动力驱动器可形成操控角校正装置的类型。马达动力驱动器的开环或闭环控制可通过电子控制单元以如下方式执行:可被调节或操控的轴模块的轴中心点尽可能精确地遵从沿拖拉機車行进方向所看到的紧邻前方布置的轴模块的轴中心点的轨迹。为此目的,确定将被调节的轴模块的轴中心点的当前位置和沿拖拉機車行进方向所看到的紧邻前方布置的轴模块的轴中心点的轨迹。为确定轴中心点或轴中心点的坐标,可确定状态变量和/或运动变量,例如,轴模块的轮轴上的两个不同点处的加速度和/或速度、轮轴围绕其竖直轴线(相对于拖拉機車行进方向而垂直地延伸)的旋转加速度、轴模块的两个轮的旋转速度、轴模块的轮载荷或轮接触力和/或在轮轴与布置在其前或后方的悬臂之间的角度。这些状态变量和/或运动变量可在对应的轴模块处本地测量,结果不再需要各个轴模块之间经由线或通过无线电进行的数据传送连接。不过可替代地,也可行的是:将被调节或操控的轴模块的状态变量和/或运动变量的确定可以通过与沿拖拉機車行进方向所看到的在其紧邻前方布置的轴模块进行通讯而执行。如果相应轴模块的轴中心点被确定,则可获得在将被调节或操控的轴模块的轴中心点与沿拖拉機車行进方向所看到的在其紧邻前方布置的轴模块的轴中心点之间的距离。如果知悉在各轴中心点之间的所述距离,则操控将被操控的轴模块的轮轴所需的变量可以利用这种数据和利用适合算法进行确定,结果使将被调节或操控的轴模块的操控角能够以这样的方式改变:将被调节或操控的轴模块的轴中心点再次被操控至所提供的轨迹。整个拖拉機車的运动动力学的数学模型可存储在电子控制单元中,并可用于计算各个轮轴在任意时间点的最优操控角。在此过程中所获得的操控角可被设定,例如利用受控的电动马达动力操控驱动器设定。为此目的,实际的操控角优选地可被连续

测量,测得的信号被反馈到操控装置的控制单元。结果在事实上,此过程和由此对轴模块操控角的校正优选地以短间隔连续进行,拖拉机车优化方向稳定性或优化拖拽行为可利用例如操控装置实现,而没有拖拉机车轨迹上的方向偏离。

[0026] 操控装置需要能量用于确定或测量状态变量和 / 或运动变量、用于电子控制单元和用于马达动力驱动器。所需能量可例如通过采用电动、气动或液压形式的牵引车辆得到,并可利用诸如电缆之类的电引线传送到各个轴模块。可替代地,还可行的是:所需能量可通过轴模块的相应轮的旋转运动得到,例如通过使用发电机,结果使所需能量在相应轴模块自身上产生。由此可得到所述能量,至少暂时得到,甚至当拖拉机车静止时得到,在此实施例中每个轴模块优选地具有蓄能器。

[0027] 沿所述拖拉机车的前进方向所看到的末尾轴模块优选地以其第一悬臂连接到运输模块,并优选地以其第二悬臂连接到具有至少一个轮的转向构架。沿着前进方向所看到的末尾轴模块形成拖拉机车的前端。在沿着前进方向所看到的末尾轴模块之后,不存在进一步布置的可用于为末尾轴模块的轮轴取向的运输模块。为了能够对此补偿,转向构架优选地布置在末尾轴模块之后,所述转向构架连接到第二悬臂。转向构架可具有一个轮或者也可以实现为具有两个轮的轮轴,转向构架连接到第二悬臂以能够围绕沿相对于第二悬臂纵向延伸方向的垂直方向的旋转轴线旋转,类似于末尾轴模块的轮轴相对于第二悬臂旋转,或者固定地或刚性地连接。

[0028] 为了能够在拖拉机车的前进过程中确保整个拖拉机车的前进方向稳定性,优选地设置如下:比塞尔转向架布置在沿所述拖拉机车的前进方向所看到的所述末尾轴模块与所述转向构架之间。比塞尔转向架的布置是有利的,特别是当布置在末尾轴模块的铰接连接部与转向构架之间的末尾轴模块的第二悬臂的长度大于或小于在前后布置的两个轴模块(它们之间布置有运输模块)之间的距离的一半时。

[0029] 所述比塞尔转向架可优选地具有连接棒,所述连接棒以第一端连接到所述末尾轴模块的所述轮轴,并以与所述第一端相反安置的第二端连接到所述转向构架的轮轴。

[0030] 另外,还可行的是:所述比塞尔转向架具有:第一连接棒、第二连接棒、和引导元件,所述引导元件以能够移位运动的方式安装在沿所述前进方向所看到的所述末尾轴模块的所述第二悬臂上,其中,所述第一连接棒可连接到所述引导元件并连接到所述末尾轴模块的所述轮轴,其中,所述第二连接棒可连接到所述引导元件并连接到所述转向构架的轮轴。

[0031] 如果操控装置具有马达动力驱动器和电子控制单元,则转向构架和比塞尔转向架不再必需。

[0032] 另外,至少两个运输模块可通过 U 形支撑框架的形式设置,其中,所述至少两个运输模块优选地在其上端处具有至少一个向外指向的支撑臂,且每个向外指向的支撑臂具有联接元件,其中,彼此相邻布置的各运输模块的彼此相反布置的各支撑臂优选地利用所述联接元件以铰接方式彼此联接。彼此相反布置的各支撑臂的所述联接元件可连接到所述铰接连接部上布置的全浮式轴。

[0033] 根据本发明的目的还利用一种用于操控如前所述实现和开发的无轨式拖拉机车的方法实现,在所述方法中,轴模块的所述操控装置的操控角适配于所述拖拉机车的前进方向。通过适配拖拉机车的前进方向的每个轴模块的操控装置的操控角,可在拖拉机车的前进方向范围内实现特

别良好的拖拉机车方向稳定性,其中各个轴模块尽可能精确地遵从拖拉机车轨迹。在这种应用环境中,用于每个操控装置的操控角独立于其它轴模块的其它操控装置的操控角而设定,结果使各个轴模块的每个操控装置相对于其它轴模块的操控装置而自治地操作,并可根据对应的计算处理而重新调节。为了设定操控角,每个独立的操控装置优选地具有马达动力驱动器和电子控制单元。

[0034] 为了进一步增强方向稳定性,优选设置如下:在所述拖拉机车行进运动过程中,所述操控角的适配以在短时段内的、彼此相继的间隔连续地进行。在这种应用环境中,在拖拉机车行进运动过程中的操控角优选地以短时序以彼此相继的限定时间间隔再次重复确定,结果使轴模块的操控装置的操控角在拖拉机车的整个行进运动过程中被连续校正,并对应地适配于拖拉机车轨迹。

[0035] 为了适配所述操控角,优选地确定将被操控的所述轴模块的轴中心点和被布置在该轴模块的沿所述拖拉机车行进方向所看到的紧邻前方的轴模块的轴中心点。为了确定轴中心点或轴中心点的坐标,可确定状态变量和/或运动变量,例如,轴模块的轮轴上的两个不同点处的加速度和/或速度、轮轴围绕其竖直轴线(相对于拖拉机车行进方向而垂直地延伸)的旋转加速度、轴模块的两个轮的旋转速度、轮载荷或轮接触力和/或在轮轴与布置在所述轮轴前方或后方的轴模块的悬臂之间的角度。这些状态变量和/或运动变量可在对应的轴模块处本地测量,结果不再需要各个轴模块之间经引线或通过无线电进行的数据传送连接。不过,可替代地,也可行的是:将被调节或操控的轴模块的状态变量和/或运动变量通过与沿拖拉机车行进方向所看到的在其紧邻前方布置的轴模块进行通讯而确定。如果相应轴模块的轴中心点被确定,则可获得在将被调节或操控的轴模块的轴中心点与沿拖拉机车行进方向所看到的在其紧邻前方布置的轴模块的轴中心点之间的距离。如果知悉在各轴中心点之间的所述距离,则用于操控将被操控的轴模块的轮轴所需的变量可利用这种数据和利用适合算法进行确定,结果使将被调节或操控的轴模块的操控角能够以这样的方式改变:将被调节或操控的轴模块的轴中心点再次被操控至所提供的轨迹。

附图说明

[0036] 改进本发明的进一步的措施在下文中随参照附图对本发明优选示例性实施例的描述而更详细地呈现。在图中:

[0037] 图 1 显示出根据本发明的无轨式拖拉机车示意图;

[0038] 图 2 显示出图 1 中所示拖拉机车细节的示意图,所述拖拉机车具有三个轴模块和两个运输模块;

[0039] 图 3 显示出图 1 中所示拖拉机车轴模块示意图;

[0040] 图 4 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0041] 图 5 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0042] 图 6 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0043] 图 7 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0044] 图 8 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0045] 图 9 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

[0046] 图 10 显示出如图 1 中所示的拖拉机车轴模块的进一步的示意图;

- [0047] 图 11 显示出如图 1 中所示的拖拉機車的轴模块的示意图,在其后方布置有转向构架;
- [0048] 图 12 显示出如图 1 中所示的拖拉機車的轴模块的进一步的示意图;
- [0049] 图 13 显示出如图 1 中所示的拖拉機車的轴模块的进一步的示意图;
- [0050] 图 14 显示出根据一个可行实施例实现的拖拉機車的稳态圆形行进的几何形状的示意图;
- [0051] 图 15 显示出如图 14 中所示的拖拉機車中末尾轴模块与转向构架的连接示意图;
- [0052] 图 16 显示出根据进一步的可行实施例实现的拖拉機車的稳态圆形行进的几何形状的示意图;
- [0053] 图 17 显示出如图 16 中所示的拖拉機車中末尾轴模块与转向构架的连接示意图;
- [0054] 图 18 显示出根据进一步的可行实施例实现的拖拉機車的稳态圆形行进的几何形状的示意图;
- [0055] 图 19 显示出如图 18 中所示的拖拉機車中末尾轴模块与转向构架的连接示意图;和
- [0056] 图 20 显示出图 1 中所示拖拉機車的细节的示意图,根据进一步的实施例,所述拖拉機車具有三个轴模块和两个运输模块。

具体实施方式

[0057] 图 1 是无轨式拖拉機車 100 的示意图。拖拉機車 100 具有前后布置的多个运输模块 10,在此为 5 个。每个运输模块 10 布置在两个轴模块 11 之间。

[0058] 每个轴模块 11 具有轮轴 12,轮轴 12 上布置有两个轮 13。另外,每个轴模块 11 具有第一悬臂 14 和第二悬臂 15,其中悬臂 14、15 经由铰接连接部 16 沿轮轴 12 的纵向延伸方向大致居中地彼此连接,结果使各悬臂 14、15 可相对于彼此旋转。

[0059] 在轴模块 11 布置在两个运输模块 10 之间的情况下,第一悬臂 14 连接到沿行进方向 17 所看到的前侧运输模块 10,第二悬臂 15 连接到沿行进方向 17 所看到的后侧运输模块 10。沿行进方向 17 所看到的首个轴模块 11 和沿行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 是例外。在沿行进方向 17 所看到的首个轴模块 11 的情况下,第一悬臂 14 连接到牵引所述拖拉機車 100 的牵引车辆 18。第二悬臂 15 连接到拖拉機車 100 的首个运输模块 10。在沿行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 的情况下,第一悬臂 14 连接到拖拉機車 100 的末尾运输模块 10。在沿行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 的第二悬臂 15 连接到转向构架 19,转向构架 19 在此处所示实施例中通过带有两个轮 21 的轮轴 20 形成,其中,转向构架 19 的轮轴 20 具有短于轴模块 11 轮轴 12 的长度。

[0060] 每个轴模块 11 除了其轮轴 12 和两个悬臂 14、15 以外还具有操控装置(图 1 中未示出)。操控装置显示在图 4—10 中的不同实施例中。轴模块 11 的操控装置均以如下方式实现:每个操控装置独立于另一轴模块 11 的操控装置地操控被指派给自己的轴模块 11。各个轴模块 11 的各操控装置不相互联接或连接,而是每个轴模块 11 的操控装置独立于其它轴模块 11 的操控装置而操作,结果使各个轴模块 11 的操控装置不在操作方面相互连接。

[0061] 图2显示出拖拉机车100的细节,拖拉机车100具有两个运输模块10,这两个运输模块10前后布置并均布置在两个轴模块11之间。每个运输模块10以U形支撑框架的形式实现,这可使运输载荷从两侧无阻碍地加载和卸载。为此目的,运输模块10具有用于拾取载荷的适合装置。例如,在每种情况下,一个或多个角形轮廓49可作为载荷拾取机构被布置在运输模块10的指向下方表面的下端处,如图2中所示。

[0062] 每个运输模块10具有两个连接元件22、23,其中沿行进方向17所看到的前侧连接元件22刚性地连接到在运输模块10之前布置的轴模块11的第二悬臂15,其中沿行进方向17所看到的后侧连接元件23刚性地连接到在运输模块10之后布置的轴模块11的第一悬臂14,结果使得在悬臂14、15与连接元件22、23之间不可能有旋转运动,例如当拖拉机车100转弯时。为了能够使运输模块10再次从轴模块11松脱,连接元件22、23与相应悬臂14、15的连接通过可松脱方式实现。为了增加稳定性,连接元件22、23在此处所示实施例中实现为楔形。

[0063] 在采用U形支撑框架形式的运输模块10的实施例中,非常大的力作用在运输模块10上,这是因为,整个拉力通过牵引车辆18经由每个运输模块10以最高载荷和扭矩传递。结果,在以U形支撑框架形式实现的运输模块10中产生高弯曲扭矩。为减少作用在运输模块10上的力和扭矩,针对图2的可替代实施例显示在图20中。

[0064] 图20与图2类似,显示出拖拉机车100的细节,该拖拉机车100具有两个运输模块10,这两个运输模块10前后布置并均布置在两个轴模块11之间。在运输模块10上,在每种情况下在它们的上端处布置向外指向的支撑臂61、62。在支撑臂61、62的自由端处,在每种情况下布置联接元件63、64,联接元件63、64例如采用铰链的形式。运输模块的两个支撑臂61、62彼此相反安置并彼此相邻布置,且经由联接元件63、64彼此联接,例如以铰接方式联接,其中联接元件63、64彼此接合。联接元件63、64进而连接到铰接连接部16上布置的全浮式轴65。全浮式轴65相对于行进方向17垂直地延伸,始于铰接连接部16并延伸到联接元件63、64。全浮式轴65形成在彼此相邻布置的各运输模块10之间的旋转轴线,相对于铰接连接部16的竖直轴线共心。利用各运输模块10在其上端处利用联接元件63、64的支撑臂61、62和全浮式轴65的铰接连接,作用在运输模块10上的力可直接传送到其它运输模块10,而绕过轴模块11的操控装置,因而可在所有运输模块10中均匀分布。

[0065] 图3显示出轴模块11的示意图,轴模块11具有布置有两个轮13的轮轴12,并具有第一悬臂14和经由铰接连接部16连接到第一悬臂14的第二悬臂15。两个悬臂14、15的通过铰接连接部16连接到轮轴12的纵向机轴24、25形成轴模块11的弯曲角度 γ 。在拖拉机车100向前直行的情况下,弯曲角度 $\gamma = 180^\circ$ 。在向左转弯的情况下,弯曲角度 $\gamma < 180^\circ$,如图3中所示。在向右转弯的情况下,弯曲角度 $\gamma > 180^\circ$ 。

[0066] 轮轴12的位置将弯曲角度 γ 分为:在轮轴12与第一悬臂14或第一悬臂14的纵向机轴24之间形成的第一前操控角 α_v ,和在轮轴12与第二悬臂15或第二悬臂15的纵向机轴25之间形成的第二后操控角 α_h ,确实形成以下的结果: $\gamma = \alpha_v + \alpha_h$ 。

[0067] 图4至7显示出操控装置的实施例,其中两个操控角 α_v 和 α_h 在每种情况下具有相同的量值。操控装置因而以如下方式实现:其以这样的方式操控轮轴12:轮轴12在每种情况下沿弯曲角度 γ 的角平分线的方向取向,其中角平分线通过如下方式限定:在角平分线中,操控角 α_v 和 α_h 具有相同的量值。

[0068] 图4和5显示出操控装置的实施例,其中操控装置以剪刀机构的形式实现。操控装置在此处所示实施例中通过四个连接棒26、27、28、29实现,每个连接棒26、27、28、29通过其一端在直线形引导部30、31中被引导。第一和第三连接棒26、28均以第一端连接到第一悬臂14并以第二端连接到轮轴12。第二和第四连接棒27、29均以第一端连接到第二悬臂15并以第二端连接到轮轴12。连接棒26、27、28、29与悬臂14、15的附接在每种情况下以位置固定的方式实现,结果使连接棒26、27、28、29不能沿悬臂14、15移位。不过,连接棒26、27、28、29与悬臂14、15的附接以铰接方式实现,结果使连接棒26、27、28、29能够围绕悬臂14、15上的附接部位枢转,例如当拖拉机车100转弯时。与此不同的是,连接棒26、27、28、29在轮轴12上的直线形引导部30、31中以线性的方式被引导,结果使连接棒26、27、28、29能够沿轮轴12的纵向延伸方向移位。

[0069] 每个直线形引导部30、31当从轮轴12的中心看时向左、右延伸,其中,第一直线形引导部30向铰接连接部16的左方(当沿行进方向17看时)沿轮13的方向延伸,第二直线形引导部31向铰接连接部16的右方(当沿行进方向17看时)沿轮13的方向延伸。直线形引导部30、31在轮轴12中具有槽形或缝形的切除部35,在每个切除部35中引导直线形引导部30、31的滑动元件32。在滑动元件32上,在每种情况下连接棒26、27、28、29中的两个利用枢转接头连接部附接,其中,第一和第二连接棒26、28在第一直线形引导部30的滑动元件32上利用枢转接头连接部附接到一起,其中,第三和第四连接棒27、29在第二直线形引导部31的滑动元件32上利用枢转接头连接部附接到一起。

[0070] 铰接连接部16在此具有竖直枢转接头33,其中第一悬臂14和第二悬臂15连接到竖直枢转接头33。竖直枢转接头33具有的旋转轴线34相对于纵向延伸方向垂直地实现或者相对于悬臂14、15的纵向机轴24、25垂直地实现,结果使得:当拖拉机车100转弯时,悬臂14、15可围绕采用杆形式实现的竖直枢转接头33枢转,或围绕竖直枢转接头33的旋转轴线34枢转,如图5中所示。在转弯过程中,对应的连接棒26、27、28、29在直线形引导部30、31中以如下方式移位:利用连接棒26、27、28、29,对应的悬臂14、15向转弯所需的侧枢转。

[0071] 图6和7显示出操控装置的实施例,其中操控装置以齿轮单元的形式实现。

[0072] 齿轮单元具有第一齿轮36、第二齿轮37、第三齿轮38、和第四齿轮39,其中,所有的齿轮36、37、38、39在此实现为带齿的轮,特别是斜齿轮。第一齿轮36通过连接元件40连接到第一悬臂14,其中第一齿轮36形成驱动轮。第二齿轮37经连接元件41连接到第二悬臂15,其中第二齿轮37形成驱动轮。第一齿轮36和第二车辆37在铰接连接部16的竖直枢转接头33上相互平行地布置。第三齿轮38和第四齿轮39彼此相反布置,均连接到轮轴12或轮轴12的框架。第三齿轮38和第四齿轮39均布置在第一齿轮36与第二齿轮37之间,结果例如使第一齿轮36的旋转运动可经由第三和第四齿轮38、39传递到第二齿轮37。结果在事实上,在此处所示的齿轮单元的实施例中,两个齿轮38、39被设置为连接到轮轴12并布置在第一齿轮36与第二齿轮37之间,当齿轮36、37、38、39发生旋转运动时,可将力对称地施加到轮轴12或施加到轮轴12的框架。

[0073] 齿轮单元形成具有齿轮级的“减速齿轮单元”类型。利用相互啮合的齿轮36、37、38、39,第一悬臂14的旋转运动(例如沿顺时针方向)可转变为第二悬臂15沿逆时针方向的旋转运动,反之亦然。齿轮单元的1:1的传动比通过被实现为驱动轮的第一齿轮36和被

实现为输出轮的第二齿轮 37 的相同节圆直径实现,允许轮轴 12 被操控至在第一悬臂 13 与第二悬臂 15 之间的角平分位置,结果使第一前操控角 α_v 对应于第二后操控角 α_h 。

[0074] 图 8 至 10 显示出作为弹簧缓冲系统的操控装置的实施例。

[0075] 在弹簧缓冲系统的图 8 中所示实施例中,第一弹簧元件 42 布置在轮轴 12 与第一悬臂 14 之间。第二弹簧元件 43 布置在轮轴 12 与第二悬臂 15 之间。第一弹簧元件 42 和第二弹簧元件 43 在此均实现为线性弹簧。此外,缓冲元件 44 布置在轮轴 12 与第二悬臂 15 之间,平行于第二弹簧元件 43。由于存在缓冲元件 44,因而当拖拉机 100 转弯时,第二悬臂 15 相对于轮轴 12 的旋转慢于第一悬臂 14。第一前操控角 α_v 在转弯过程中的改变因而快于第二后操控角 α_h ,不过弹簧缓冲系统也以这样的方式操作,使得即使第一前操控角 α_v 与第二后操控角 α_h 相比存在暂时不同的量值,操控装置也会试图操控轮轴 12 至第一悬臂 14 与第二悬臂 15 之间的角平分位置。

[0076] 在拖拉机 100 向前直行的情况下,即,当弯曲角度 $\gamma = 180^\circ$ 时,弹簧元件 42、43 处于力平衡。与此不同的是,当拖拉机 100 转弯时,一个弹簧元件 42、43 受压,而另一个弹簧元件 42、43 放松,结果引起力失衡,不过,弹簧元件 42、43 试图尽可能快地再次补偿这种力失衡:操控轮轴 12 再次至第一悬臂 14 与第二悬臂 15 之间的角平分位置。

[0077] 图 9 和 10 显示出作为弹簧缓冲系统的操控装置的实施例,其中,第一弹簧元件 42 也连接到轮轴 12 且连接到第一悬臂 14,第二弹簧元件 43 连接到轮轴 12 且连接到第二悬臂 15。两个弹簧元件 42、43 在此实现为扭转或扭曲弹簧,其布置在铰接连接部 16 的竖直枢转接头 33 上。此外,图 9 和 10 中所示的弹簧缓冲系统具有三个缓冲元件 45、46、47,每个缓冲元件 45、46、47 以第一端连接到轮轴 12 并以第二端连接到与第二悬臂 15 相连的附接框架 48。附接框架 48 基本上实现为从俯视图中所见的 U 形。第一缓冲元件 45 和第二缓冲元件 46 相对于轮轴 12 的纵向延伸方向以小于 90° 的角度倾斜地布置,并连接到轮轴 12 的第一左侧(当沿行进方向 17 看时)。第三缓冲元件 47 以约 90° 的角度并因而相对于轮轴 12 的纵向延伸方向垂直地布置,且连接到轮轴 12 的与第一侧相反安置的第二右侧(当沿行进方向看时)。

[0078] 相对于彼此且相对于竖直枢转接头 33 沿轴向布置的两个弹簧元件 42、43 允许轮轴 12 被操控至在第一悬臂 14 与第二悬臂 15 之间的角平分位置。不过,在转弯的情况下,角平分位置的到达会存在延迟,以实现可能的最高方向稳定性。因此,当进入弯道时有利的是:第二后操控角 α_h 大于第一前操控角 α_v 一段限定时间。当离开弯道时有利的是:第二后操控角 α_h 小于第一前操控角 α_v 一段限定时间。在角度分割上的这种类型的延迟通过使用线性缓冲元件 45、46、47 而实现。如图 9 和 10 中所示的缓冲元件 45、46、47 的特定布置和位置允许轴模块 11 的运动学结构用于根据轮轴 12 的位置而“关闭”缓冲效应。结果,拖拉机 100 的理想拖拽行为和高程度的方向稳定性在大量驱动操纵上得以实现。

[0079] 当进入弯道时,第一悬臂 14 向外偏转,结果使得第一弹簧元件 42 受压。由此引起的在第一弹簧元件 42 与第二弹簧元件 43 之间的扭矩差迫使轮轴 12 运动,其中轮轴 12 的运动或旋转运动通过缓冲元件 45、46、47 被延迟。如果第一前操控角 α_v 的尺寸增大,则由于弹簧元件 42、43 的扭矩差减小以及另外的动力学效应使得缓冲元件 45、46、47 的效应减小,直到再次到达轮轴 12 的角平分位置,在此位置,第一前操控角 α_v 等于第二后操控角 α_h 。

[0080] 图 11 再次显示出转向构架 19 与拖拉机 100 的末尾的轴模块 11 的连接的细节。

转向构架 19、特别是转向构架 19 的轮轴 20,可以类似于末尾轴模块 11 的轮轴 12 那样围绕相对于第二悬臂 15 纵向延伸方向而垂直的旋转轴线相对于第二悬臂 15 旋转。操控运动学结构在此采用比塞尔转向架 50 的形式,在末尾轴模块 11 的轮轴 12 与转向构架 19 或转向构架 19 的轮轴 20 之间以一定方式实现而使得:转向构架 19 按照与末尾轴模块 11 的轮轴 12 相比等大的角度但沿相反方向相对于悬臂 15 旋转。

[0081] 在图 12 中所示轴模块 11 的情况下,铰接连接部 16 另外具有水平枢转接头 51,水平枢转接头 51 在此布置在第二悬臂 15 自身中,结果使第二悬臂 15 分为能够相对于彼此运动的两个组成元件 52、53。水平枢转接头 51 在此实现为杆的形式,其相对于第二悬臂 15 的纵向机轴 25 的纵向延伸方向而横向地布置。因此,水平枢转接头 51 所具有的旋转轴线 54 至少在拖拉机 100 向前直行的情况下相对于拖拉机 100 的行进方向 17 而横向地延伸,或者相对于布置有该水平枢转接头 51 的相应悬臂 14、15 的纵向机轴 24、25 而横向地延伸。

[0082] 在水平枢转接头 51 与轮轴 12 之间的距离 a 优选地实现为尽可能地小。在图 12 中所示实施例中,距离 $a > 0$ 。特别优选的是:距离 $a = 0$,其中,在相应悬臂 14、15 与轮轴 12 之间的水平枢转接头 51 优选地将会以万向节的形式实现。

[0083] 图 13 显示出轴模块 11 的进一步的实施例,其中铰接连接部 16 不仅具有竖直枢转接头,而是具有第一竖直枢转接头 33a 和第二竖直枢转接头 33b。第一悬臂 14 经由第一竖直枢转接头 33a 间接连接到轮轴 12,第二悬臂 15 经由第二竖直枢转接头 33b 间接连接到轮轴 12,其中第一竖直枢转接头 33a 和第二竖直枢转接头 33b 布置在公共板 55 上,公共板 55 进而牢固连接到轮轴 12。

[0084] 沿拖拉机 100 行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 与转向构架 19 的连接的进一步的可行实施例显示在图 15、17、19 中。

[0085] 如利用图 14、16、18 所示,用于转向构架 19 的操控运动学结构的操作方法取决于长度 L_1 以及末尾轴模块 11 的第二悬臂 15 的长度与长度 L_v 的长度比,其中,长度 L_1 构成在末尾轴模块 11 的铰接连接部 16 与转向构架 19 之间的距离,长度 L_v 构成在末尾轴模块 11 与被布置在沿行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 之前的轴模块 11 之间的距离。

[0086] 如果具有 $L_1 > 0.5L_v$ 的长度比,则转向构架 19 或转向构架 19 的轮轴 20 应沿与末尾轴模块 11 或末尾轴模块 11 的末尾轮轴 12 相反的方向操控,以在拖拉机 100 进行稳态转弯的情况下能够确保整个拖拉机 100 的方向稳定性。

[0087] 图 14 显示出临界情况,其中形成 $L_1 = L_v$ 的长度比。

[0088] 图 15 显示出在如图 14 中所示的 $L_1 = L_v$ 的长度比的情况下转向构架 19 的可能的反向操控。为此,比塞尔转向架 50 布置在末尾轴模块 11 与转向构架 19 之间。转向构架 19 的轮轴 20 可以相对于末尾轴模块 11 的第二悬臂 15 旋转,结果使转向构架 19 的操控角 α_1 可以改变。转向构架 19 的操控角 α_1 在第二悬臂 15 与转向构架 19 的轮轴 20 之间伸展。

[0089] 比塞尔转向架 50 具有引导元件 56,引导元件 56 沿末尾轴模块 11 的第二悬臂 15 的纵向延伸方向被可移位地引导。第二悬臂 15 具有切除部 57,切除部 57 采用沿第二悬臂 15 的纵向方向延伸的细长孔的形式,其中,引导元件 56 以能够移位运动的方式安装在切除部 57 中。引导元件 56 在此以板的形式实现。引导元件 56 经由第一连接棒 58 连接到末尾轴模块 11 的轮轴 12。引导元件 56 经由第二连接棒 59 连接到转向构架 19 的轮轴 20。第二连接棒 59 安装在引导元件 56 的端部分上,该端部分在引导元件 56 的安装有第一连接棒

58 的端部分的相反处实现。

[0090] 通过比塞尔转向架 50, 可以确保转向构架 19 的操控角 α_i 具有与在末尾轴模块 11 的轮轴 12 与第二悬臂 15 之间伸展的后操控角 α_h 相同的尺寸。结果在事实上, $\alpha_i = \alpha_h$ 的操控角比率可以通过比塞尔转向架 50 设定, 在拖拉机 100 进行稳态圆形行进 (circular travel) 的情况下可以确保整个拖拉机的方向稳定性。

[0091] 图 16 显示出进一步的实施例, 其中形成 $L_i = 0.5L_v$ 的长度比。如果给定此长度比, 则转向构架 19 的轮轴 20 应相对于末尾轴模块 11 的第二悬臂 15 恒定地垂直取向, 结果形成 90° 的操控角 α_i 。如图 17 中所示, 为此目的, 转向构架 19 或转向构架 19 的轮轴 20 可固定地或刚性地连接到第二悬臂 15。如果给定 $L_i = 0.5L_v$ 的长度比, 则由此也可设定 $\alpha_i = \alpha_h$ 的操控角比率, 使得在拖拉机 100 进行稳态圆形行进时也可以在此确保整个拖拉机的方向稳定性。

[0092] 图 18 显示出进一步的实施例, 其中形成 $L_i < 0.5L_v$ 的长度比。如果给定此长度比, 则转向构架 19 的轮轴 20 应沿着与沿拖拉机 100 的行进方向 17 所看到的末尾轴模块 11 的轮轴 12 相同的方向操控, 如图 19 中所示, 以在拖拉机 100 进行稳态圆形行进的过程中确保整个拖拉机的方向稳定性。为了实现此目的, 形成比塞尔转向架 50 的连接棒 60 优选地布置在末尾轴模块 11 的轮轴 12 与转向构架 19 的轮轴 20 之间, 该连接棒 60 以铰接形式安装在末尾轴模块 11 的轮轴 12 上和转向构架 19 的轮轴 20 上。在此实施例中, 比塞尔转向架 50 因而仅通过连接棒 60 形成。

[0093] 连接棒 60 和末尾轴模块 11 轮轴 12 的铰接连接部与铰接连接部 16 之间的距离大于连接棒 60 的铰接连接部与转向构架 19 轮轴 20 之间的距离。结果, 在轮轴 12 与第二悬臂 15 之间的角度总是大于在悬臂 15 与转向构架 19 轮轴 20 之间的角度, 结果在拖拉机 100 进行稳态圆形行进的情况下也可以在此确保整个拖拉机的、特别是末尾轴模块 11 和转向构架 19 的方向稳定性。

[0094] 连接棒 60 沿第二悬臂 15 的一侧被引导, 结果使连接棒 60 不会经过或重叠或跨越第二悬臂 15。

[0095] 因此, 本发明的实施例不限于以上具体描述的优选的示例性实施例。而是相反地, 甚至在基本不同类型的实施例中利用所例示的解决方案的多种变例也是设想中的。所有这些特征和 / 或优点, 包括可在权利要求书中找到的结构细节、空间布置、和方法步骤、描述或者附图, 无论是其本身还是在极为宽泛的组合变例中, 均可作为本发明的基本组成部分。

[0096] 附图标记清单

[0097]	100	拖拉机
[0098]	10	运输模块
[0099]	11	轴模块
[0100]	12	轮轴
[0101]	13	轮
[0102]	14	第一悬臂
[0103]	15	第二悬臂
[0104]	16	铰接连接部
[0105]	17	行进方向

[0106]	18	牵引车辆
[0107]	19	转向构架
[0108]	20	轮轴
[0109]	21	轮
[0110]	22	连接元件
[0111]	23	连接元件
[0112]	24	纵向轴线
[0113]	25	纵向轴线
[0114]	26	第一连接棒
[0115]	27	第三连接棒
[0116]	28	第二连接棒
[0117]	29	第四连接棒
[0118]	30	直线形引导部
[0119]	31	直线形引导部
[0120]	32	滑动元件
[0121]	33	竖直枢转接头
[0122]	33a	竖直枢转接头
[0123]	33b	竖直枢转接头
[0124]	34	旋转轴线
[0125]	35	切除部
[0126]	36	第一齿轮
[0127]	37	第二齿轮
[0128]	38	第三齿轮
[0129]	39	第四齿轮
[0130]	40	连接元件
[0131]	41	连接元件
[0132]	42	第一弹簧元件
[0133]	43	第二弹簧元件
[0134]	44	缓冲元件
[0135]	45	缓冲元件
[0136]	46	缓冲元件
[0137]	47	缓冲元件
[0138]	48	附接框架
[0139]	49	角形轮廓
[0140]	50	比塞尔转向架
[0141]	51	水平枢转接头
[0142]	52	构件元件组成元件
[0143]	53	构件元件组成元件
[0144]	54	旋转轴线

[0145]	55	板
[0146]	56	引导元件
[0147]	57	切除部
[0148]	58	连接棒
[0149]	59	连接棒
[0150]	60	连接棒
[0151]	61	支撑臂
[0152]	62	支撑臂
[0153]	63	联接元件
[0154]	64	联接元件
[0155]	65	全浮式轴

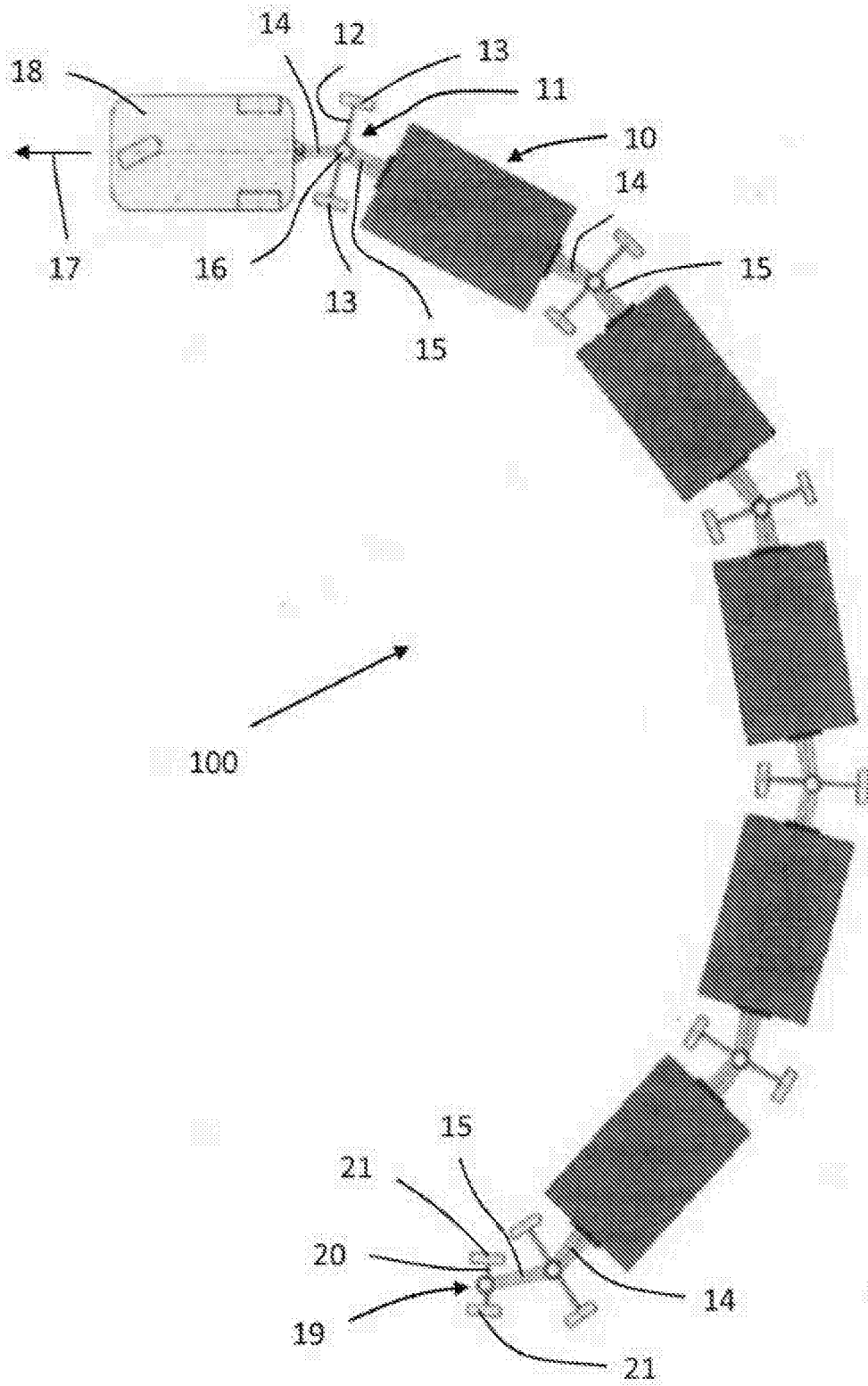


图 1

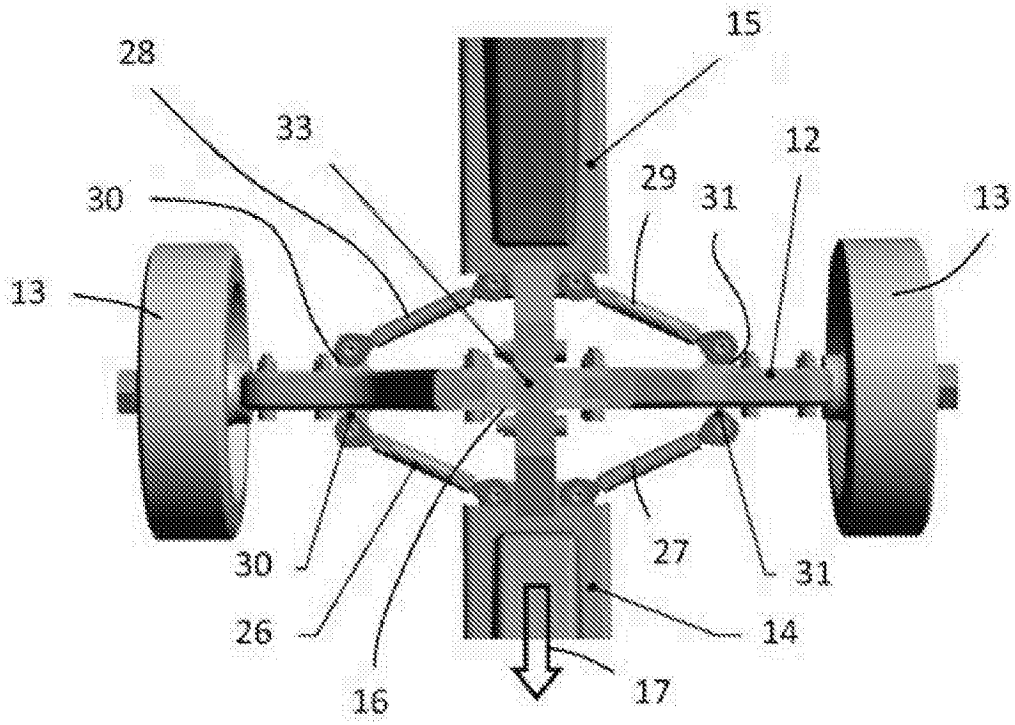


图 4

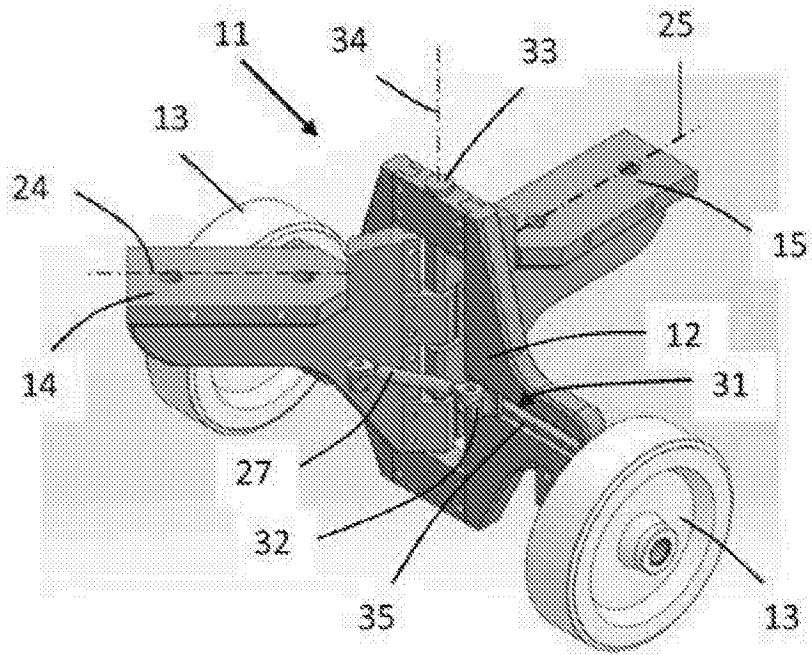


图 5

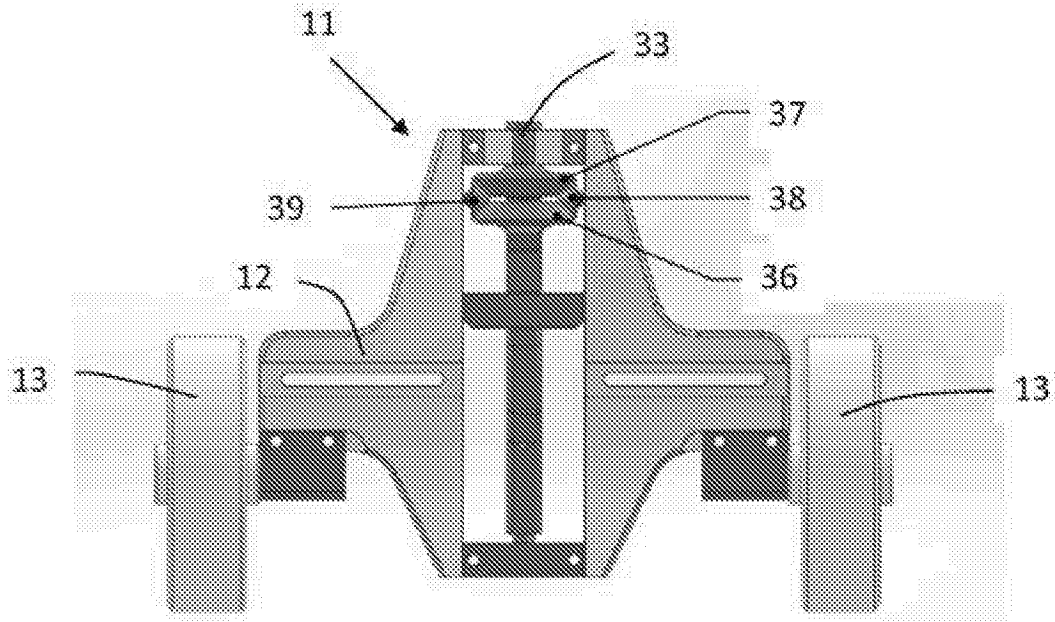


图 6

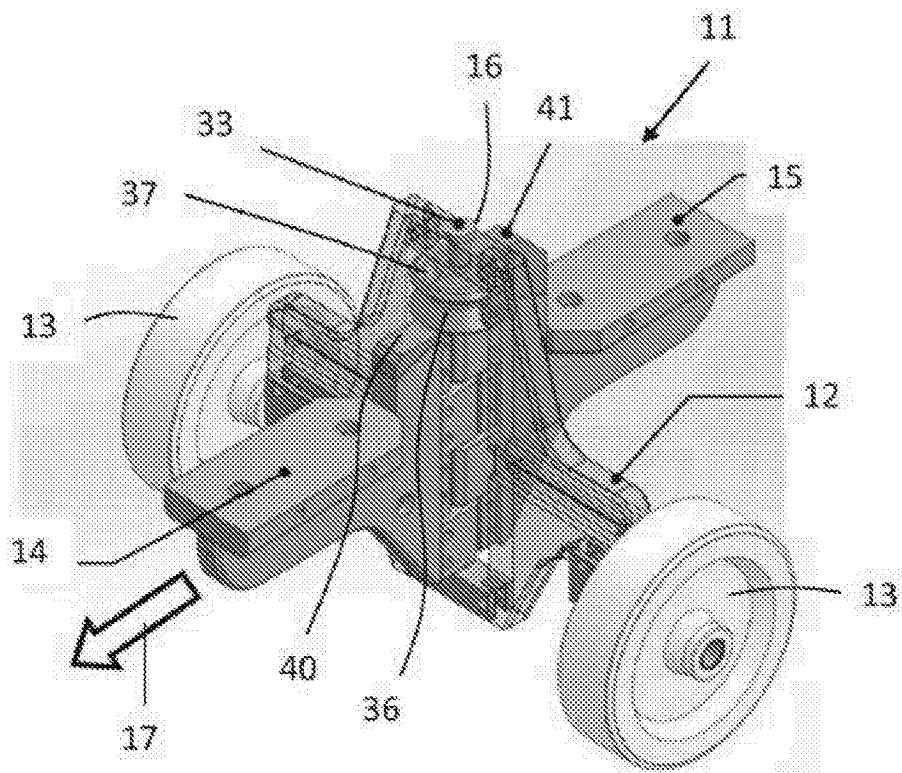


图 7

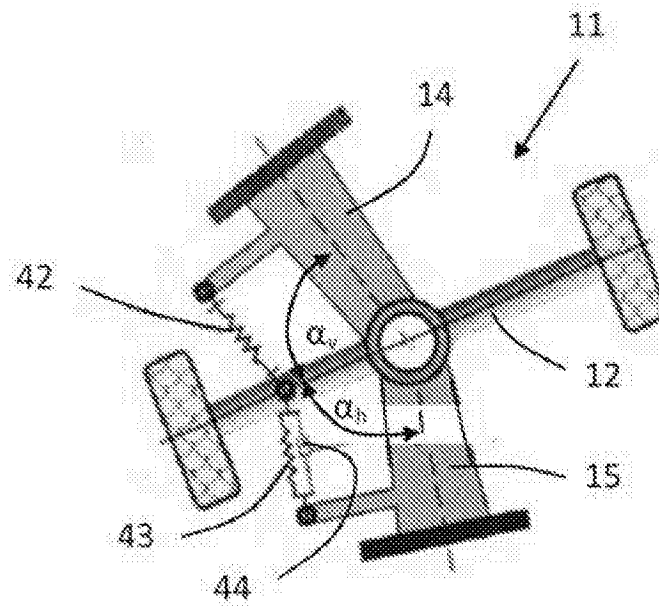


图 8

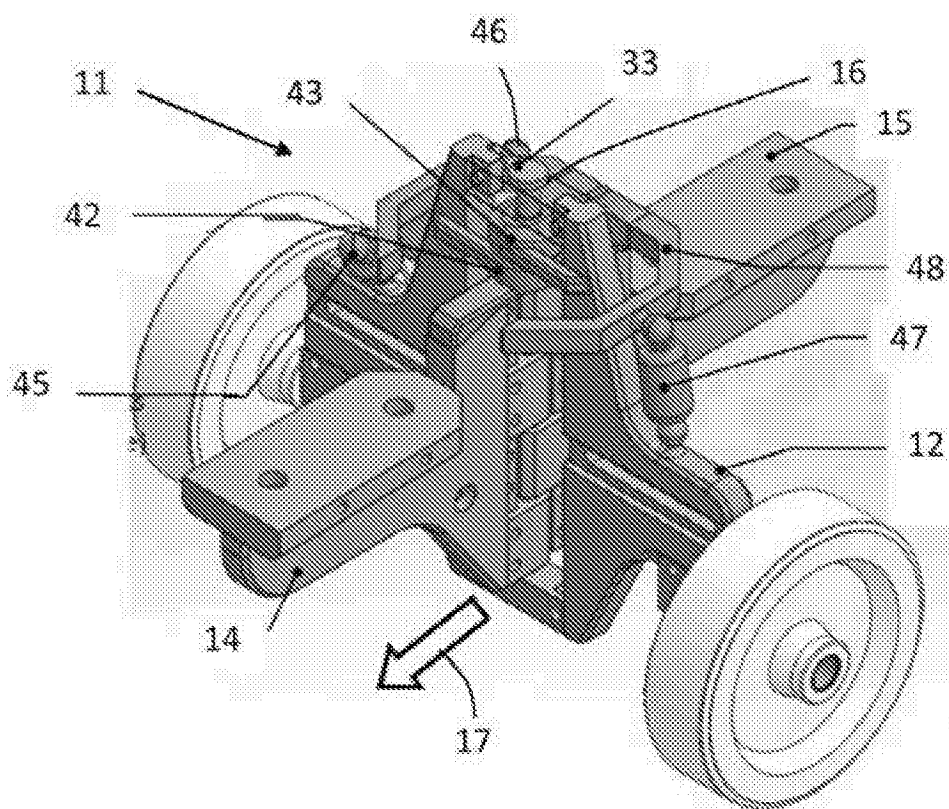


图 9

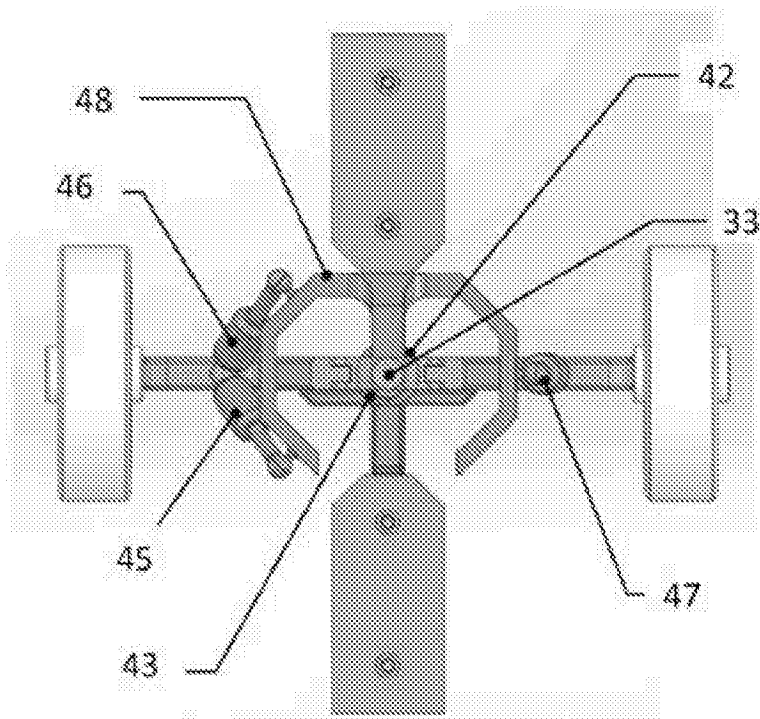


图 10

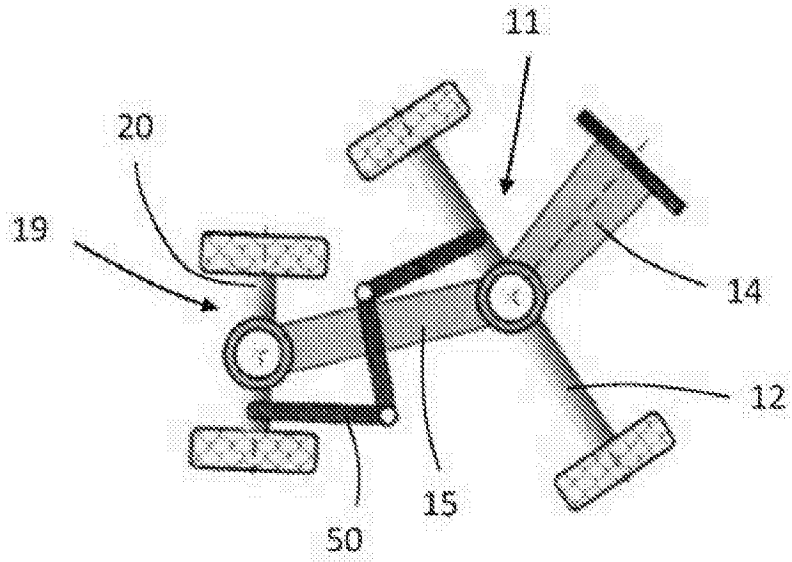


图 11

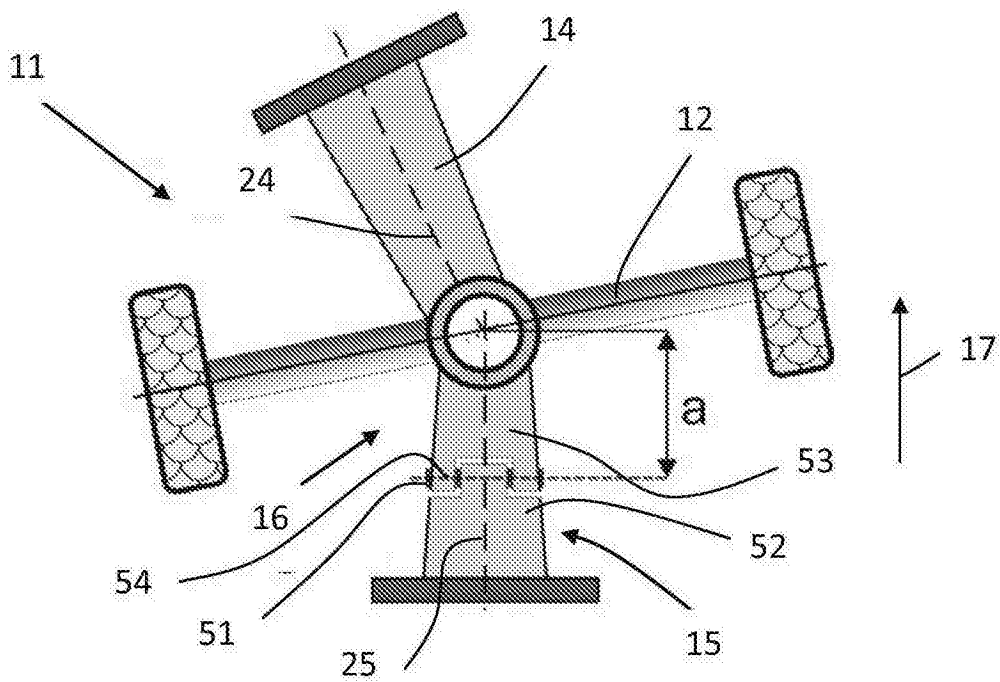


图 12

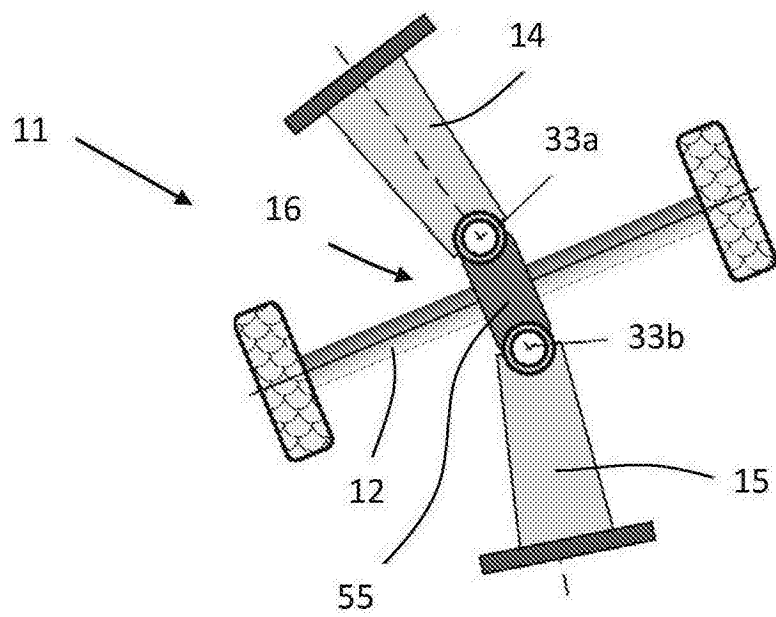


图 13

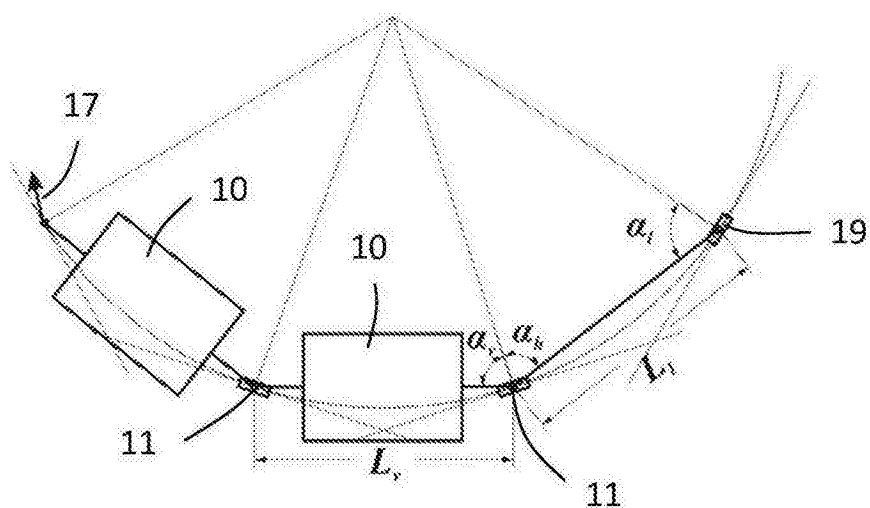


图 14

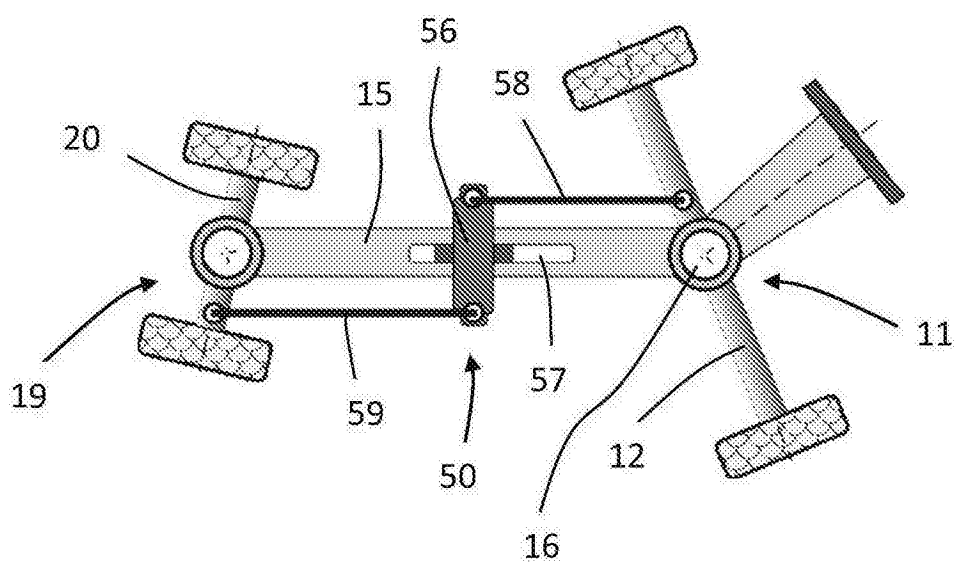


图 15

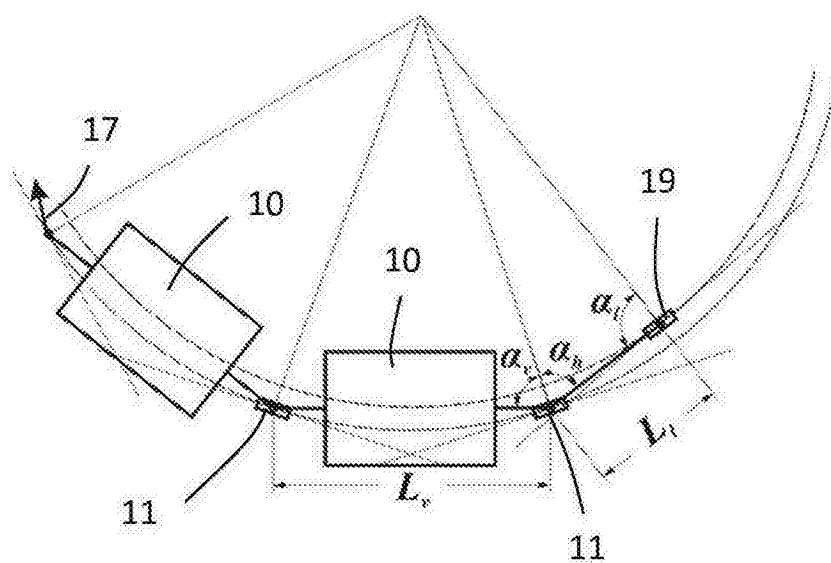


图 16

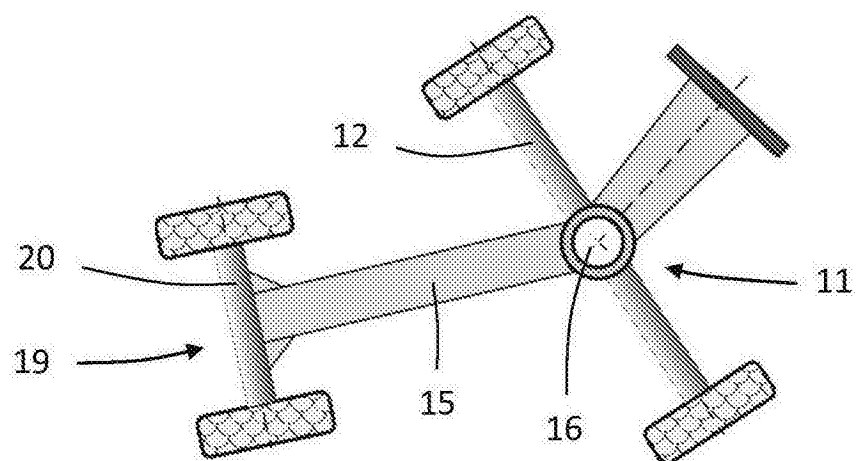


图 17

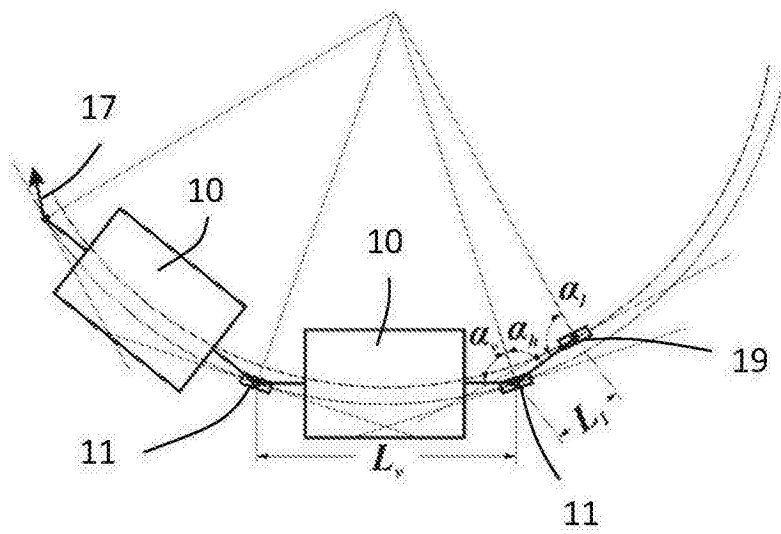


图 18

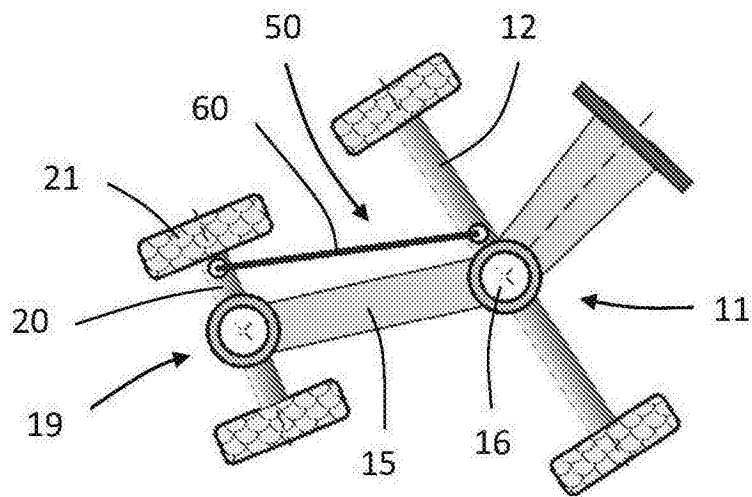


图 19

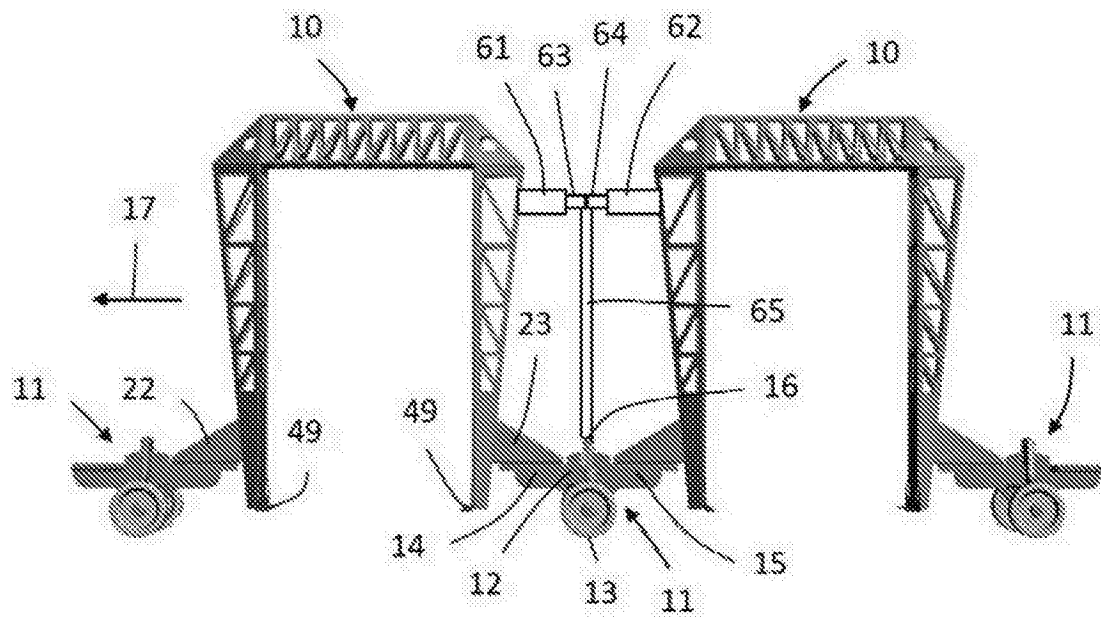


图 20