



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114423633 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 29

(21) 申请号 202080066307.5
 (22) 申请日 2020.09.21
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114423633 A
 (43) 申请公布日 2022.04.29
 (30) 优先权数据
 102019214412.8 2019.09.23 DE
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2022.03.22
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2020/076284 2020.09.21
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02021/058429 DE 2021.04.01
 (73) 专利权人 ZF 腓德烈斯哈芬股份公司
 地址 德国腓德烈斯哈芬

(72) 发明人 里科·格洛克纳 卢卡斯·耶格尔
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 专利代理师 杨靖 韩毅

(51) Int.Cl.
 B60K 1/02 (2006.01)
 B60K 17/06 (2006.01)
 B60K 17/28 (2006.01)
 B60K 25/06 (2006.01)
 B60K 17/02 (2006.01)
 B60K 23/00 (2006.01)
 B60K 17/356 (2006.01)

(56) 对比文件
 US 2018222484 A1, 2018.08.09
 US 2015210266 A1, 2015.07.30

审查员 李显阳

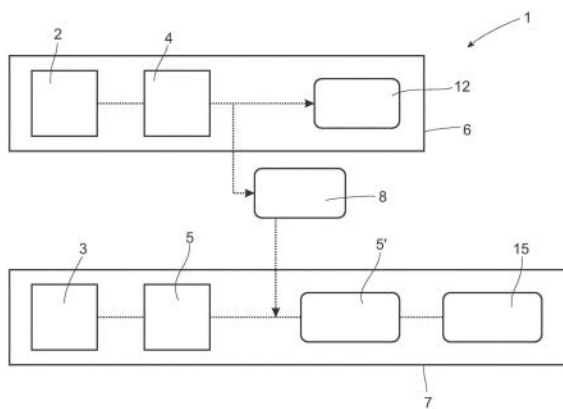
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

用于运行作业机械的驱动系的方法、作业机械的驱动系和作业机械

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行作业机械的驱动系(1)的方法,其中,第一电动机(2)通过第一传动装置(4)驱动作业机械的作业驱动器(6),其中,第二电动机(3)通过第二传动装置(5)驱动作业机械的行驶驱动器(7),并且其中,在第二传动装置(5)从较低档级到较高档级的换档过程期间,进行第二电动机(3)的转速减小。根据本发明的方法的特征在于,在换档过程期间,通过第一离合器(8)在第一电动机(2)与第二传动装置(5)之间建立(22)传动连接,从而第一电动机(2)在换档过程期间驱动(24、25、27、28)行驶驱动器(7)。本发明此外涉及一种相应的驱动系(1)和一种作业机械。



1. 用于运行作业机械的驱动系(1)的方法,
其中,第一电动机(2)通过第一传动装置(4)驱动所述作业机械的作业驱动器(6),
其中,第二电动机(3)通过第二传动装置(5)驱动所述作业机械的行驶驱动器(7),并且
其中,在所述第二传动装置(5)从较高档级到较低档级的换档过程期间进行所述第二电动机(3)的转速增加,

其特征在于,

在该换档过程期间,通过第一离合器(8)在所述第一电动机(2)与所述行驶驱动器(7)之间建立传动连接,从而在该换档过程期间由第一电动机(2)驱动所述行驶驱动器(7),其中,所述第一电动机(2)仅在一定范围内驱动所述行驶驱动器(7),使得克服所述行驶驱动器(7)的功率需求与在换档过程期间能由第二电动机(3)提供的功率之间的功率差。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,在负载下实施所述换档过程。

3. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,所述第一电动机(2)在换档过程期间同时驱动(24、25、27、28)所述行驶驱动器(7)和所述作业驱动器(6)。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,

其特征在于,将所述第一电动机(2)能提供的功率用于同步配属于所述较低档级的离合器(9、9'、9")的离合器半体。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,

其特征在于,将所述第二电动机(3)能提供的功率用于提高所述第二电动机(3)的转速。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,

其特征在于,所述第一电动机(2)仅在一定的范围内驱动所述行驶驱动器(7),使得在换档过程期间能够完全满足所述作业驱动器(6)的功率需求。

7. 作业机械的驱动系(1),所述驱动系包括第一电动机(2)和第二电动机(3)以及第一传动装置(4)和第二传动装置(5),

其中,所述第一电动机(2)和所述第一传动装置(4)配属于所述作业机械的作业驱动器(6),并且

其中,所述第二电动机(3)和所述第二传动装置(5)配属于所述作业机械的行驶驱动器(7),

其特征在于,

能通过第一离合器(8)在所述第一电动机(2)与所述行驶驱动器(7)之间建立传动连接,其中,在所述第二传动装置(5)从较高档级到较低档级的换档过程期间进行所述第二电动机(3)的转速增加,并且在该换档过程期间,通过第一离合器(8)在所述第一电动机(2)与所述行驶驱动器(7)之间建立传动连接,从而在该换档过程期间由第一电动机(2)驱动所述行驶驱动器(7),并且其中,所述第一电动机(2)仅在一定范围内驱动所述行驶驱动器(7),使得克服所述行驶驱动器(7)的功率需求与在换档过程期间能由第二电动机(3)提供的功率之间的功率差。

8. 根据权利要求7所述的驱动系(1),

其特征在于,所述第一电动机(2)和所述第二电动机(3)布置在共同的壳体(11)中。

9.根据权利要求7所述的驱动系(1),

其特征在于,所述第二传动装置(5)能在多个档级上进行动力换档。

10.根据权利要求7至9中任一项所述的驱动系(1),

其特征在于,所述作业驱动器(6)包括至少一个液压泵(12),所述液压泵的液压功率能通过枢转角来设定。

11.根据权利要求7至9中任一项所述的驱动系(1),

其特征在于,所述驱动系(1)被构造成用于实施根据权利要求1至6中任一项所述的方法。

12.作业机械,所述作业机械包括根据权利要求7至11中任一项所述的驱动系(1)。

用于运行作业机械的驱动系的方法、作业机械的驱动系和作业机械

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行作业机械的驱动系的方法、作业机械的驱动系以及相应的作业机械。

背景技术

[0002] 在现有技术中,诸如轮式装载机、滑移转向装载机、伸缩臂装载机、翻斗车或挖掘机那样的电驱动的作业机械是已知的。这种电驱动的作业机械要么是纯电驱动的,即这种电驱动的作业机械针对其能量供应仅具有电池或蓄电池。要么其是柴油-电驱动的,这意味着,所需的能量由柴油驱动的发电机,通常结合电缓冲存储器、例如相应设计的电容器被提供。在所有情况下,行驶驱动器和作业驱动器所需的机械功率由一个或多个电动机提供。此外,混合动力-电气的作业机械也是已知的,其中,所需的机械功率主要由内燃机、通常是柴油发动机提供。附加设置的电动机在此通常承担所谓的增压功能。

[0003] 用于作业机械的能动力换档的变速器同样是已知的,其中,在换档过程期间实现驱动单元的转速和要挂入的档级的转速之间的速度同步。在升档过程中,驱动单元的转速相应减小,在降档过程中相应增加。

[0004] 在该关系下,DE 20 2014 000 738 U1描述了一种完全由电动机驱动的轮式装载机,该轮式装载机驱动具有用于行驶驱动器的第一电动机和用于作业驱动器的第二电动机。

[0005] 由EP 0 962 597 A2已知一种电池运行的作业机械,其具有两个用于行驶驱动器的电动机和另一用于作业驱动器的电动机。用于行驶驱动器的两个电动机整合到前桥中,其中,每个电动机驱动一个车轮。

[0006] DE 10 2010 063 503 A1还公开了一种呈行星结构方式的作业机械的多级变速器。多级变速器包括容纳有四个行星齿轮组和多个轴的壳体以及换档元件,换档元件由至少一个制动器和离合器形成,并且借助换档元件的有针对性的操纵,可以呈现出驱动轴和输出轴之间的八个不同的传动比。DE 10 2010 063 503 A1的变速器能够实现动力换档能力。

[0007] 然而,已知的电驱动的作业机械的缺点在于,参与的档级的转速同步在负载下的换档过程的情况下,尤其在牵引降档(Zugrückschaltung)的情况下相对于在内燃机驱动的作业机械中相同的换档过程变得困难。其原因一方面是电动机相对于内燃机的较大的惯性力矩,但最重要的是电动机的明显更大的转速范围,由此,也可以存在比较高的转速差。这通常需要对电驱动的作业机械中的离合器进行相应更大和性能更强的设计。然而,离合器的这种相对更大和性能更强的设计导致更大的结构空间需求、更大的重量和更大的制造成本。此外,较大的离合器也具有较大的带排转矩和摩擦损失。

发明内容

[0008] 本发明的任务是,提出一种用于运行作业机械的驱动系的改进的方法。

[0009] 根据本发明,该任务通过根据本发明所述的用于运行作业机械的驱动系的方法解决。本发明的有利的设计方案和扩展方案将在下文中进行描述。

[0010] 本发明涉及一种用于运行作业机械的驱动系的方法,其中,第一电动机通过第一传动装置驱动作业机械的作业驱动器,其中,第二电动机通过第二传动装置驱动作业机械的行驶驱动器,并且其中,在第二传动装置从较高档级到较低档级的换档过程期间进行第二电动机的转速增加。根据本发明的方法的特征在于,在换档过程期间,通过第一离合器,在第一电动机与行驶驱动器之间建立传动连接,从而在换档过程期间由第一电动机驱动行驶驱动器。

[0011] 在从较高档级到较低档级的换档过程中,配属于行驶驱动器的第二电动机必须非常快速地提高其转速,以便在参与换档过程的离合器元件之间建立对于换档过程所需的转速同步。转速同步根据现有技术通过参与换档过程的离合器元件之间的相应的摩擦做功实现,其中,尤其在电动机的情况下出现比较高的转速差,这不利地必须通过特别高效的且因此重的和昂贵的离合器来补偿。此外还有为了第二电动机的转速加速而须施加的功,其由于比较大的惯性力矩和比较高的转速差而是比较大的。

[0012] 在这种情况下提出了根据本发明的方法:通过在第二传动装置的换档过程期间使行驶驱动器由实际上配属于作业驱动器的第一电动机驱动,能够使第二电动机与行驶驱动器传动分离,从而使其可提供的全部功率可以最大程度用于尽可能快速地提高其自身的转速。同时,第一电动机可以施加需要的牵引力,从而在换档过程中不会出现牵引力中断。

[0013] 在本发明的意义中,从较高档级到较低档级的换档过程理解为从具有相对较高的输出转速和相对较低的输出转矩的档级到具有相对较低的输出转速和相对较高的输出转矩的档级的换档过程。

[0014] 优选地,第二电动机的为了转速同步所需的转速提高可以以如下方式实现,即在换档过程期间,将第二电动机与行驶驱动器短暂地分离,并且在与行驶驱动器分离期间,相应提高其转速。在第二电动机分离期间,行驶驱动器优选由第一电动机驱动。

[0015] 还可以想到并且优选的是不仅提供单个第一或第二电动机,而且还提供多个第一或第二电动机,它们可以通过例如求和传动装置彼此耦联,或者可以分别通过单独的传动连接与第一或第二传动装置以能松开的方式传动连接。

[0016] 优选地,至少第二传动装置具有多个构造为前进档的档级和至少一个构造为倒档的档级。特别优选地,前进档的数量相当于倒档的数量。第一传动装置也可以具有多于一个构造为前进档的档级。此外,也可以想到第一传动装置的一个或多个构造为倒档的档级。然而,由于电动机的改变其转动方向的能力,不总是需要提供倒档。

[0017] 根据本发明的优选的实施方式设置的是,在负载下实施换档过程。在本发明的意义中,术语“在负载下”是指驱动系的如下状态:在该状态中,转矩从第二电动机或者在换档过程中也从第一电动机传输到行驶驱动器,从而作业机械例如得到加速度,或者在恒定的速度中执行上坡行驶。在负载下的换档过程因此是没有牵引力中断的换档过程。如果没有根据现有技术使用不利地大的、昂贵的和重的离合器,那么在换档过程中在不使用根据本发明的方法的情况下会中断转矩传输。在这方面,根据本发明的方法的优点也被并且首先

在负载下的换档过程中被证实是有效的,因为该换档过程能够在不中断牵引力的情况下并且在存在相对较小的、成本低的和低性能的离合器的情况下实现。实际上,实施根据本发明的方法的驱动系因此实现了与设有比较大的、比较重的和比较昂贵的离合器的驱动系相同的无牵引力中断的动力换档能力。

[0018] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,第一电动机在换档过程中同时驱动行驶驱动器和作业驱动器。由此产生以下优点,即作业驱动器不会由于换档过程而被中断,并且是持续可用的。第一电动机和第二传动装置之间的传动连接仅通过第一离合器建立,从而在换档过程中,除了作业驱动器的功率需求以外,行驶驱动器所需的功率需求也由第一电动机提供。

[0019] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,第一电动机的可提供的功率用于同步配属于较低档级的离合器的离合器半体。在此,配属于驱动系的驱动侧的离合器半体被同步,即被加速。离合器半体的加速需要相当多的能量消耗,该能量消耗通常不再能够由必须加速其自身转速的第二电动机提供。

[0020] 一系列其他的齿轮或轴(其建立从第一电动机到离合器半体的传动连接)也与离合器半体连接。该系列的其他的齿轮或轴优选与那些在换档过程之后建立从第二电动机到离合器半体的传动连接的齿轮和轴在很大程度上相同。因此有利地,这些齿轮和轴也已经被第一电动机带到所需的转速。

[0021] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,第二电动机的能提供的功率用于提高第二电动机的转速。通过使离合器半体由第一电动机加速,能由第二电动机提供的全部功率可以用于其自身的转速调整,这因此导致整体更快的换档过程,因为所有参与的元件更快速地达到需要的转速。

[0022] 只要第二电动机将其转速往对于要挂入的较低档级所需的转速加速,那么第二电动机优选与行驶驱动器以及作业驱动器分离。然而必要时,不能与第二电动机传动分离的少量的齿轮或轴仍可以与第二电动机连接并且因此被第二电动机驱动或加速。

[0023] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,第一电动机仅在一定范围内驱动行驶驱动器,使得克服行驶驱动器的功率需求与在换档过程期间能由第二电动机提供的功率之间的功率差。因此,这意味着,在换档过程中由第一电动机提供的机械功率有利地精确增加到使得行驶驱动器一方面不会由于换档过程而受到任何功率限制,但另一方面也不会受到任何未经请求的功率增加。由此产生以下优点,即行驶驱动器的性能不受换档过程的影响。例如由作业机械的操作者针对行驶驱动器要求的功率即使在换档过程中也以不受限制的方式被提供,为此,由第一电动机提供的功率以在由第二电动机提供的功率由于换档过程减小的程度来增加。然而,提供给行驶驱动器的总功率得到保持。

[0024] 根据本发明的特别优选的实施方式设置的是,第一电动机仅在一定的范围内驱动行驶驱动器,使得在换档过程中能够完全满足作业驱动器的功率需求。由此产生以下优点,即在任何情况下都确保作业驱动器在换档过程中也接收需要的由作业机械的操作者要求的功率,从而可以避免作业驱动器的突然的和尤其对于操作者不期望的功率下降。作业机械的对于操作者不期望的功率下降此外可能导致危险情况的发生,例如如果作业机械的由作业驱动器运行的升降设备不再得到保持提升的负载所需的功率。相反,行驶驱动器中的短暂的功率下降通常不会导致危险情况的发生。

[0025] 在对行驶驱动器和作业驱动器都提出较高的功率要求(其然而总体上不再能够由第一电动机提供)的情况下,第一电动机完全满足作业驱动器的功率要求是尤其重要的。因此,如果要求的总功率超过了由第一电动机最大可提供的功率,那么首先完全满足作业驱动器的要求。然后,在换档过程中给行驶驱动器提供第一电动机的余下的、还可提供的剩余功率。

[0026] 本发明还涉及一种作业机械的驱动系,其包括第一电动机和第二电动机以及第一传动装置和第二传动装置,其中,第一电动机和第一传动装置配属于作业机械的作业驱动器,并且其中,第二电动机和第二传动装置配属于作业机械的行驶驱动器。根据本发明的驱动系的特征在于,可以通过第一离合器在第一电动机与行驶驱动器之间建立传动连接。因此,根据本发明的驱动系有利地包括所有能够执行根据本发明的方法所需的设备和器件。这又导致已经结合根据本发明的方法描述的优点。

[0027] 为了通过根据本发明的驱动系确保根据本发明的方法的尽可能最佳的执行,第一电动机和第二电动机优选在它们的可提供的功率和它们的转矩/转速特性曲线方面相互匹配。这意味着,能由第一电动机提供的最大功率有利地在能由第二电动机提供的最大功率的50%到150%的范围内,尤其是在80%到120%的范围内变动。此外,第一电动机的转矩/转速特性曲线有利地在第二电动机的转矩/转速特性曲线的50%到150%的范围内,尤其是在80%到120%的范围内变动。

[0028] 特别优选设置的是,第一电动机具有小于能由第二电动机提供的功率的100%的能提供的功率,然而为此具有更高的动态性能,即通过转速加速或转速减小来相对更快地调整转速的能力。

[0029] 优选地,驱动系此外分别包括自身的功率电子设备或单独的共同的功率电子设备,用以操控或调节第一电动机和第二电动机的转速或转矩或要提供的功率。同样优选地,驱动系包括电子控制单元,该电子控制单元分别通过自身的功率电子设备或通过共同的功率电子设备控制或调节第一电动机和第二电动机。

[0030] 根据本发明的优选的实施方式设置的是,第一电动机和第二电动机布置在共同的壳体中。这能够实现第一电动机和第二电动机在作业机械中的驱动系内的节省空间和重量的布置。此外,与两个单壳体相比,通过共同的壳体节省了重量和成本。第一和第二电动机例如可以轴向一个接一个地安装在共同的壳体中,其中,电动机输出轴例如能够沿相反的轴向方向从壳体伸出。同样,在相应构造的壳体中的轴向并排的布置也是可能的并且是优选的,从而两个马达输出轴例如可以沿相同的轴向方向指向。

[0031] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,第二传动装置可以在多个档级上进行动力换档。由此产生以下优点,即可以通过根据本发明的方法提供的动力换档能力不仅在从特定的较低档级到特定的较高档级的换档过程中得到确保,而且对于多个档级也得到确保。由此,根据本发明的驱动系是更灵活的。这导致为此相应适配的转速-转矩特性以及相应构造的性能,尤其是第一电动机的性能。

[0032] 特别优选设置的是,第二传动装置可以在所有档级上动力换档。这导致根据本发明的驱动系的进一步增加的灵活性。

[0033] 特别优选设置的是,第二传动装置可以通过三个第二离合器换档,或者借助根据本发明的方法能动力换档。在实际使用中,这已被证明为是通过一方面多个能动力换档的

档级导致的灵活性与另一方面驱动系的所需的空间需求、重量以及制造成本之间的良好的折衷。

[0034] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,作业驱动器包括至少一个液压泵,该液压泵的液压功率可以通过枢转角来设定。与此无关地,当然也可以通过至少一个液压泵的转速并且通过至少一个液压泵上的转矩来设定液压功率。然而,由于通过枢转角提供用于设定液压功率的附加的自由度,得到了如下可能性,即在换档过程期间在很大程度上根据行驶驱动器的需求设定第一电动机的转速或转矩,因为第一电动机的改变的转速或改变的转矩对至少一个液压泵的影响可以通过相应设定枢转角来补偿。

[0035] 根据本发明的另外的优选的实施方式设置的是,驱动系被构造成用于执行根据本发明的方法。

[0036] 优选设置的是,第一电动机或第二电动机此外被构造成用于在作业机械的制动运行时回收动能。由于根据本发明的可以通过第一离合器在第一电动机和第二传动装置之间产生的传动连接,可以有利地由第二电动机和第一电动机回收动能。为此,驱动系还有利地包括电能存储器,通过回收运行输送的电能可以被输送到该电能存储器。在回收运行中,第一电动机或第二电动机作为发电机工作,并且将机械能、即动能转换为电能。如果需要,该电能可以稍后再次从电能存储器中取出,以便为第一电动机或第二电动机供电。附加地还可以设置的是,电能存储器可以通过充电电缆或其他的合适的充电设备、例如电感充电设备利用外部电能充电。使用第一电动机或第二电动机进行回收此外减小了机械摩擦制动器的磨损。

[0037] 本发明还涉及一种包括根据本发明的驱动系的作业机械。由此也针对根据本发明的作业机械产生已经结合根据本发明的驱动系描述的优点。

[0038] 根据本发明的优选的实施方式设置的是,作业机械构造为轮式装载机。

[0039] 替代地,作业机械优选也可以构造为翻斗车、挖掘机、伸缩臂装载机或拖拉机。

附图说明

[0040] 下面根据附图所示的实施方式示例性地阐述本发明。其中:

[0041] 图1示例性并且示意性地示出了作业机械的根据本发明的驱动系的可能的实施方式,

[0042] 图2以框图的形式以齿轮示意图的形式示例性地示出了作业机械的根据本发明的驱动系1的另外的可能的实施方式,

[0043] 图3以流程图的形式示例性并且示意性地示出了根据本发明的用于运行作业机械的驱动系的方法的可能的实施方式。

[0044] 相同的对象、功能单元和类似的部件在附图中利用相同的附图标记表示。这些对象、功能单元和类似的部件在其技术特征方面相同地实施,除非从该说明书中没有明确或暗示地另有说明。

具体实施方式

[0045] 图1以框图的形式示例性并且示意性示出了用于在图1中未示出的作业机械的根据本发明的驱动系1的可能的实施方式。示例性示出的驱动系1包括第一电动机2和第二电

动机3以及第一传动装置4和第二传动装置5、5'。根据示例,第一电动机2和第二电动机3布置在共同的壳体11中。根据示例,第二传动装置5、5'由传动上游的传动级5和多级的、能动力换档的传动装置5'构成。第一电动机2和第一传动装置4配属于驱动系1的作业驱动器6,其中,根据示例,作业驱动器6还具有ePT0接口12(电功率输出接口)。相反地,第二电动机3和第二传动装置5配属于驱动系1的行驶驱动器7,其中,行驶驱动器7还包括输出轴13。此外可以通过第一离合器8,在第一电动机2与行驶驱动器7之间建立传动连接,其中,传动连接根据示例具体地从第一电动机2延伸到传动级5与能动力换档的传动装置5'之间的部位。通过该传动连接能够有利地实现,可以在第二传动装置5的换档过程期间,由第一电动机2(其实际上配属于作业驱动器6)驱动行驶驱动器7。因此,第二电动机3可以与行驶驱动器7传动分离,并且可以设定或调节在第二电动机3的转速提高的意义中的转速同步,而不出现行驶驱动器7中的牵引力损失。同时,第一电动机已经可以同步或加速离合器半体和与离合器半体连接的齿轮以及轴。相应地,在根据本发明的方法的实施方案中,不需要通过摩擦做功来实现转速同步,从而第二传动装置5的相应的离合器可以设计得比在现有技术常见的更小并且更廉价。

[0046] 图2示例性地以齿轮示意图的形式示出了用于在图2中未示出的作业机械的根据本发明的驱动系1的另外的可能的实施方式。根据示例,图2的驱动系1包括布置在共同的壳体9中的第一电动机2和第二电动机3。此外,图2的驱动系1包括第一传动装置4和第二传动装置5,其中,第一电动机2和第一传动装置4配属于驱动系1的作业驱动器6。而第二电动机3和第二传动装置5配属于驱动系1的行驶驱动器7。可以通过第一离合器8,在第一电动机2与第二传动装置5之间建立传动连接,其中,根据示例,能够建立从第一电动机2到第二传动装置5的轴14的传动连接。因此,在第一离合器8闭合时,第一电动机2可以驱动行驶驱动器7。根据示例,第二传动装置5还包括例如三个第二离合器9、9'和9'',并且通过三个不同的圆柱齿轮级10、10'、10''提供第二传动装置5的三个能换档的档级。

[0047] 图3以流程图的形式示例性和示意性地示出了根据本发明的用于运行作业机械的驱动系1的方法的可能的实施方式。驱动系1的第一电动机2通过第一传动装置4驱动作业机械的作业驱动器6,并且驱动系1的第二电动机3通过第二传动装置5驱动作业机械的行驶驱动器7。在方法步骤20中,通过作业机械的操作者导入从第二传动装置5的较高档级到较低档级的换档过程。换档过程的导入通过操纵作业机械的相应的换档元件,根据示例通过档级选择杆进行。在方法步骤21中,由控制装置检查:配属于作业机械1的作业驱动器6的第一电动机2除了驱动作业驱动器6之外是否还具有足够用于支持换档过程的功率储备。例如是这种情况,这是因为作业驱动器6当前没有被驱动。因此,在接下来的方法步骤22中,在第一电动机2与行驶驱动器5之间建立传动连接,这通过闭合第一离合器8来实现。在步骤23中,第一离合器8完全闭合,并且第一电动机2和第二电动机3将功率传输至行驶驱动器7,即驱动行驶驱动器7。在方法步骤24中,第二电动机3减小其传输至行驶驱动器7的功率,其中同时,第一电动机2增大其传输至行驶驱动器7的功率。通过第一电动机2传输的功率的增加在此刚好相当于通过第二电动机3传输的功率的减小,从而克服行驶驱动器7的功率需求与在换档过程期间能由第二电动机3提供的功率之间的功率差。在随后的方法步骤25中,第二电动机3将其传输至行驶驱动器7的功率减小为零,其方法是:断开相应的离合器。同时,第一电动机2进一步增加其传输到行驶驱动器7的功率。行驶驱动器7现在仅由第一电动机2驱

动。在步骤26中,第二电动机3现在在转速增加的意义中开始转速同步。根据示例,转速增加以如下方式进行,即向第二电动机3供应最大电流。一旦必需的转速增加完成并且达到转速同步,那么第二传动装置5的同样参与换档过程的离合器9‘闭合。因此,在第二电动机3与行驶驱动器7之间又建立传动连接。在方法步骤27中,第一电动机2减小其传输到行驶驱动器7的功率,而第二电动机3以相同的程度增大其传输到行驶驱动器7的功率。在这种情况下,由第一电动机2传输的功率的减小刚好相当于由第二电动机3传输的功率的增加。因此,行驶驱动器7接收恒定的功率输送。最后,在方法步骤28中,第一电动机2不再向行驶驱动器7传输任何功率。行驶驱动器7又仅由第二电动机3驱动。第一离合器8断开,并且因此中断第一电动机2与第二传动装置5或行驶驱动器7之间的传动连接。因此完成换档过程。因为在整个换档过程中,功率从第一电动机2或第二电动机3传输到第二传动装置5或行驶驱动器7,所以换档过程在负载下实施。驱动系1因此是能动力换档的。

[0048] 附图标记列表

- [0049] 1 驱动系
- [0050] 2 第一电动机
- [0051] 3 第二电动机
- [0052] 4 第一传动装置
- [0053] 5 第二传动装置
- [0054] 6 作业驱动器
- [0055] 7 行驶驱动器
- [0056] 8 第一离合器
- [0057] 9、9‘、9“ 第二离合器
- [0058] 10、10‘、10“ 圆柱齿轮级
- [0059] 11 共同的壳体
- [0060] 12 ePTO
- [0061] 13 输出轴
- [0062] 14 轴
- [0063] 20 导入换档过程
- [0064] 21 检查功率储备
- [0065] 22 建立传动连接
- [0066] 23 完全闭合第一离合器
- [0067] 24 减小第二电动机的功率,增加第一电动
- [0068] 机的功率
- [0069] 25进一步减小第二电动机的功率,进一步
- [0070] 增加第一电动机的功率
- [0071] 26 第二电动机的转速同步
- [0072] 27 减小第一电动机的功率,增加第二电动
- [0073] 机的功率
- [0074] 28进一步减小第二电动机的功率,进一步
- [0075] 增加第一电动机的功率

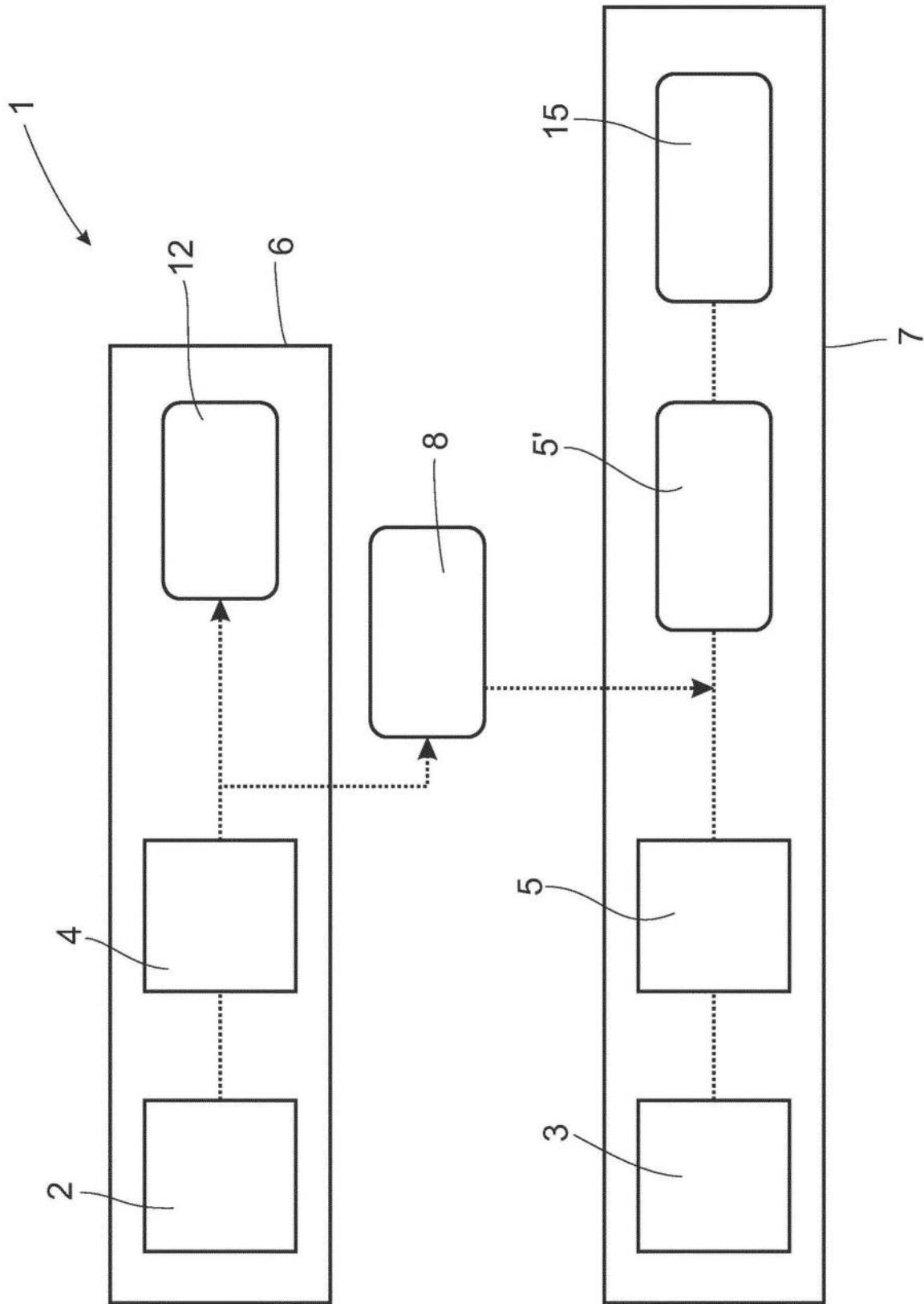


图1

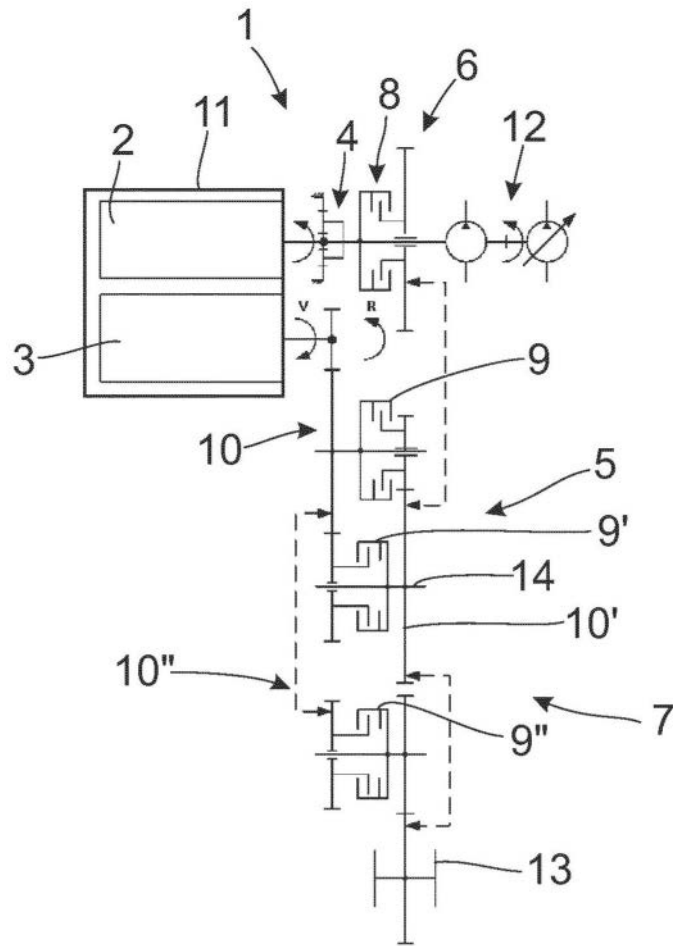


图2

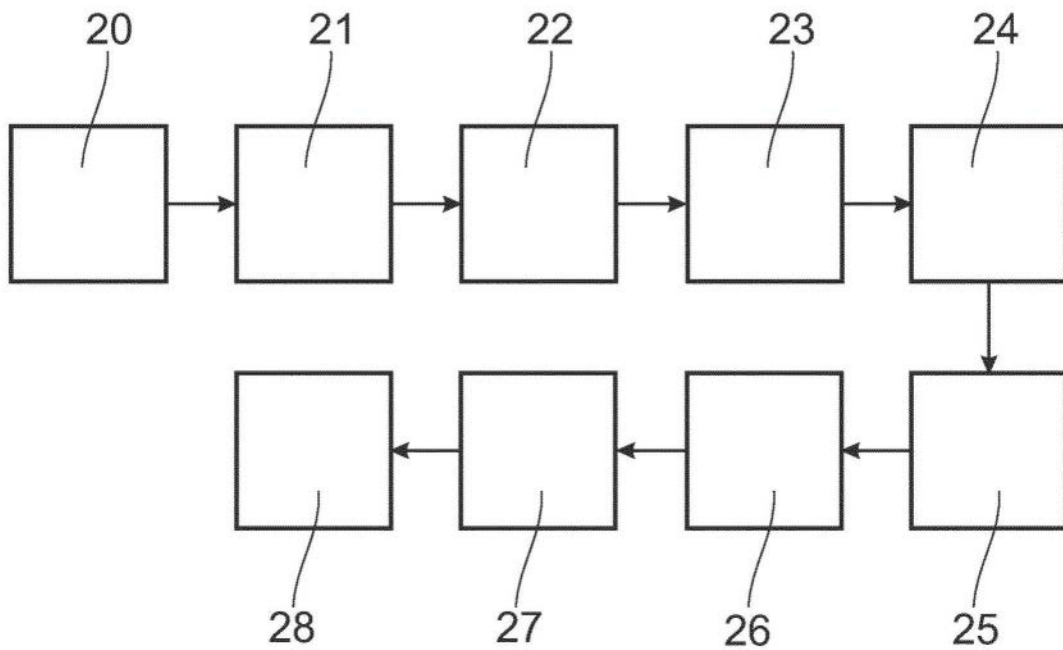


图3