



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112585023 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 29

(21) 申请号 201980053868.9

(22) 申请日 2019.08.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112585023 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(30) 优先权数据
20181078 2018.08.15 NO

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/071910 2019.08.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/035558 EN 2020.02.20

(73) 专利权人 布吕迪利绿色交通股份有限公司
地址 挪威霍克松

(72) 发明人 吉尔·布鲁德里

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 王博

(51) Int.Cl.
B60K 6/442 (2006.01)
B60K 6/36 (2006.01)
B60K 6/547 (2006.01)
F16H 37/04 (2006.01)
F16H 61/04 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102015400 A, 2011.04.13
CN 104214283 A, 2014.12.17
CN 1910065 A, 2007.02.07
DE 102012216781 A1, 2013.03.21
US 2015224865 A1, 2015.08.13
US 2016114787 A1, 2016.04.28

审查员 陈桂银

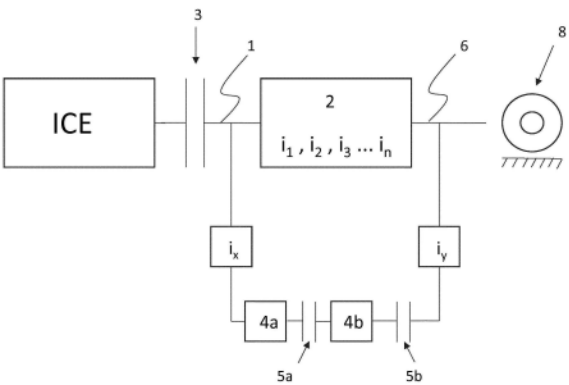
权利要求书3页 说明书21页 附图21页

(54) 发明名称

动力系统、车辆和在动力系统中执行换挡的方法

(57) 摘要

本发明提供一种动力系统,包括变速器(2)、第一电动机(4a)和第二电动机(4b),其中,变速器包括机械动力源可连接到的输入轴(1)、输出轴(6)和齿轮组件,提供可被选择用于将机械动力从输入轴(1)传递到输出轴(6)的至少两个不同的传动比,第一电动机(4a)连接到输入轴(1),使得扭矩和旋转可在第一电动机和输入轴之间传递,且第二电动机(4b)经由第一离合器(5a)连接到输入轴(1),使得扭矩和旋转可在第二电动机(4b)和输入轴(1)之间传递,并经由第二离合器(5b)连接到输出轴(6),使得扭矩和旋转可在第二电动机(4b)和输出轴(6)之间传递,其中,第一电动机(4a)经由第一离合器(5a)连接到第二电动机(4b)。



1. 一种动力系统,包括变速器(2)、第一电动机(4a)和第二电动机(4b),其中,
 - 所述变速器包括:输入轴(1),机械动力源能连接至所述输入轴;输出轴(6);和齿轮组件,所述齿轮组件提供至少两个不同的传动比,至少两个不同的所述传动比能被选择以用于将机械动力从所述输入轴(1)传递到所述输出轴(6),
 - 所述第一电动机(4a)经由第一齿轮(i_x)连接至所述输入轴(1),使得扭矩和旋转能在所述第一电动机和所述输入轴之间传递,并且
 - 所述第二电动机(4b)经由第一离合器(5a)和所述第一齿轮(i_x)连接到所述输入轴(1),使得扭矩和旋转能在所述第二电动机(4b)和所述输入轴(1)之间传递,并且所述第二电动机经由第二离合器(5b)和第二齿轮(i_y)连接到所述输出轴(6),使得扭矩和旋转能在所述第二电动机(4b)和所述输出轴(6)之间传递,其中,
 - 所述第一电动机(4a)经由所述第一离合器(5a)连接到所述第二电动机(4b),并且
 - 所述第一离合器(5a)和所述第二离合器(5b)是摩擦离合器,所述摩擦离合器能以在零和最大扭矩水平之间可控的扭矩水平操作,并且
 - 其中,所述第一电动机(4a)、所述第二电动机(4b)、所述第一离合器(5a)和所述第二离合器(5b)形成绕过至少两个不同挡位的扭矩传递路径的一部分,所述扭矩传递路径布置成在换挡期间将扭矩从所述输入轴(1)传递到所述输出轴(6)。
2. 根据权利要求1所述的动力系统,其中,所述第一电动机(4a)电连接到所述第二电动机(4b),使得所述第一电动机从所述输入轴(1)处的扭矩产生电力,并且将产生的电力传递到所述第二电动机(4b)。
3. 根据权利要求1或2所述的动力系统,其中,所述机械动力源是内燃机或至少一个电动机(4a、4b)。
4. 根据权利要求1或2所述的动力系统,其中,所述机械动力源是经由主离合器(3)连接到所述输入轴(1)的内燃机。
5. 根据权利要求1或2所述的动力系统,其中,所述变速器(2)包括副轴(7),并且所述第一电动机(4a)和所述第二电动机(4b)中的任一个电动机经由所述副轴(7)连接到所述输入轴(1)和所述输出轴(6)中的任一个轴。
6. 根据权利要求1或2所述的动力系统,其中,所述第一电动机(4a)和所述第二电动机(4b)中的任一个电动机经由所述变速器(2)中的齿轮(9、10、11)连接到所述输入轴(1)或所述输出轴(6)。
7. 一种车辆,包括根据前述权利要求中任一项所述的动力系统。
8. 一种在根据权利要求4所述的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡的方法,包括以下步骤:
 - a. 控制所述第一电动机(4a)和所述第一离合器(5a)中的扭矩等于所述主离合器(3)中的扭矩;
 - b. 通过接合所述第二离合器(5b)将扭矩传递到所述输出轴(6);
 - c. 使所述低速挡脱离接合;
 - d. 通过使所述第一电动机(4a)和所述第一离合器(5a)中的扭矩高于所述主离合器(3)中的扭矩来减小所述输入轴(1)的转速;以及
 - e. 当所述输入轴(1)的转速与所述高速挡同步并且所述第一电动机(4a)和所述第一离

合器 (5a) 中的扭矩等于所述主离合器中的扭矩时,接合所述高速挡。

9. 根据权利要求8所述的方法,包括以下步骤:在接合所述高速挡之后,通过所述第一电动机、所述第二电动机和所述内燃机的任何组合来在所述输入轴中建立所需的扭矩。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,通过在所述主离合器 (3) 中建立来自所述内燃机的全部扭矩来获得所需的扭矩。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的方法,其中,在步骤a之前是运行与所述变速器 (2) 的所述输入轴 (1) 旋转接合的第一电动机和第二电动机 (4a、4b) 的步骤,其中,所述第一离合器 (5a) 关闭,并且所述第二离合器 (5b) 开启。

12. 一种在根据权利要求1至6中任一项所述的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

a. 控制所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩等于所述输入轴 (1) 中的扭矩;

b. 通过接合所述第二离合器 (5b) 将扭矩传递到所述输出轴 (6);

c. 使所述低速挡脱离接合;

d. 通过使所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩高于所述输入轴 (1) 中的扭矩来减小所述输入轴 (1) 的转速;以及

e. 当所述输入轴 (1) 的转速与所述高速挡同步并且所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩等于所述输入轴 (1) 中的扭矩时,接合所述高速挡。

13. 根据权利要求12所述的方法,包括以下步骤:在接合所述高速挡的步骤之后使所述第二离合器 (5b) 脱离接合并将扭矩从所述第二电动机 (4b) 传递到所述输入轴 (1)。

14. 根据权利要求12或13所述的方法,其中,在步骤a之前是运行与所述变速器 (2) 的所述输入轴 (1) 旋转接合的所述第一电动机和所述第二电动机 (4a、4b) 的步骤,其中,所述第一离合器 (5a) 关闭,而所述第二离合器 (5b) 开启。

15. 一种在根据权利要求4所述的动力系统中执行从高速挡到低速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

a. 控制所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩等于所述主离合器 (3) 中的扭矩;

b. 通过接合所述第二离合器 (5b) 将扭矩传递到所述输出轴 (6);

c. 使所述高速挡脱离接合;

d. 通过使所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩高于所述主离合器 (3) 中的扭矩来增加所述输入轴 (1) 的转速;以及

e. 当所述输入轴 (1) 的速度与所述低速挡同步并且所述第一电动机 (4a) 和所述第一离合器 (5a) 中的扭矩被控制为等于所述主离合器 (3) 中的扭矩时,接合所述低速挡。

16. 根据权利要求15所述的方法,包括以下步骤:在接合所述低速挡之后,通过所述第一电动机、所述第二电动机和所述内燃机的任何组合来在所述输入轴中建立所需的扭矩。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,通过在所述主离合器 (3) 中建立来自所述内燃机的全部扭矩来获得所需的扭矩。

18. 根据权利要求15至17中任一项所述的方法,其中,在步骤a之前是运行与所述变速器 (2) 的所述输入轴 (1) 旋转接合的所述第一电动机和所述第二电动机 (4a、4b) 的步骤,其

中,所述第一离合器(5a)关闭,并且第二离合器(5b)开启。

19.一种在根据权利要求1至6中任一项所述的动力系统中执行从高速挡到低速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

a.控制所述第一电动机(4a)和所述第一离合器(5a)中的扭矩等于所述输入轴(1)中的扭矩;

b.通过接合所述第二离合器(5b)将扭矩传递到所述输出轴(6);

c.使所述高速挡脱离接合;

d.通过使所述第一电动机(4a)和所述第一离合器(5a)中的扭矩高于所述输入轴(1)中的扭矩来增加所述输入轴(1)的转速;以及

e.当所述输入轴(1)的转速与所述低速挡同步并且所述第一电动机(4a)和所述第一离合器(5a)中的扭矩被控制为等于所述输入轴(1)中的扭矩时,接合所述低速挡。

20.根据权利要求19所述的方法,包括以下步骤:在接合所述低速挡的步骤之后,使所述第二离合器(5b)脱离接合并将扭矩从所述第二电动机(4b)传递到所述输入轴(1)。

21.根据权利要求19或20所述的方法,其中,在步骤a之前是运行与所述变速器(2)的所述输入轴(1)旋转接合的所述第一电动机和所述第二电动机(4a、4b)的步骤,其中,所述第一离合器(5a)关闭,并且所述第二离合器(5b)开启。

动力系统、车辆和在动力系统中执行换挡的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于车辆的混合动力系统和电动动力系统。

背景技术

[0002] 本发明提供了一种新的且改进的电动或混合传动/动力系统。

[0003] 存在许多类型的混合动力系统和电动动力系统。两种主要类型的混合系统通常被称为并联和串联混合系统。

[0004] 并联混合系统的简单版本是动力系统,其中,电动机放置在车辆的一个车轮驱动轴上,并且具有变速器的内燃机(ICE)放置在车辆的另一个车轮驱动轴上。在另一种类型的并联混合动力系统中,电动机附接到主齿轮箱或集成在主齿轮箱中。

[0005] 对于轿车、公共汽车和卡车,混合系统通常通过使用变速器类型来制造,该变速器类型是已经在纯ICE驱动版本的车辆类型中使用的自动变速器的变型。

[0006] 对于汽车,历史上有两种主要类型的变速器。自动变速器和手动变速器。这两种类型都与内燃机(ICE)相结合,通常是汽油发动机或柴油发动机。在自动变速器中使用的旧技术是具有多个离合器的行星齿轮,这些离合器将行星传动比组合以获得期望的传动比。这与作为液力变矩器的起动离合器结合。通常,这种变速器是被称为自动变速器(AT)的类型。手动变速器是所谓的副轴(lay shaft)变速器,其中齿轮放置在两个平行轴处。起动离合器或主离合器通常是摩擦型离合器,传动比($i_1, i_2 \dots$)通常机械地接合,并且同时仅接合一个。齿轮箱中的扭矩在每次换挡时必须为零,这也使得换挡缓慢。这对于舒适性、性能、排放控制和燃料经济性是一个巨大的缺点。

[0007] 图1中示出了典型动力系统的框图,该动力系统的特征为ICE、主摩擦式离合器3和普通变速器2。

[0008] 图2中示出了特征为普通变速器2的动力系统的示意图,该变速器具有通常用于重型商用卡车的副轴7。该动力系统的特征为布置在变速器2和ICE之间的摩擦式离合器3。所示的变速器在变速器2(或齿轮箱)的主要部分(2a)中具有两个拼合齿轮(2c)、三个前进齿轮和一个倒挡齿轮。在输出轴(6)处具有两个范围齿轮(2b)。这给出 $2 \times 3 \times 2 = 12$ 个前进挡(和4个倒挡)的总挡数。存在具有更少或更多挡位的这种类型的变速器的许多变型。此外,不同的模块可以附接在这些类型的变速器的前部和后部。典型的模块是在输入侧处的附加的慢转齿轮,并且在输出侧处可以附接用于长时间下坡制动的附加制动器,被称为减速器(福伊特(Voith)牌)。

[0009] 对于卡车,最常见的自动变速器是手动变速器,例如图2中的变速器2,其通过使用电子控制的致动器而不是手动离合器踏板和手动变速杆来操作离合器和齿轮而自动化。这提供了非常能量有效且成本最优的变速器。这种类型的变速器通常被称为自动手动变速器(AMT),在变速器已经针对这种用途进行了优化并且内部部件不再用于任何手动操作的情况下也是如此。目前,AMT是最常见的用于最大卡车的变速器。AMT的缺点是每次换挡时驱动轮处的扭矩将变为零。这对于舒适性和加速性能都是主要的缺点(加速时间损失)。

此外,扭矩的损失也是在换挡期间控制ICE以满足排放标准的挑战。例如在US 8571772B2中公开了典型的现有技术AMT。

[0010] 在过去的20年中,在单独的轴上具有两个主离合器和齿轮的AT(类似于手动变速器)也得到普及,参见图3。这种类型的AT通常被称为两离合器变速器、双离合器变速器或双换挡齿轮箱(DSG)。此变速器可以替代地在两个平行齿轮组之间换挡,以将扭矩传递到从动轮(图示为双圆的车轮)。这使得在换挡期间具有连续的扭矩传递的机会。为了在一个单元中获得基本上两个齿轮箱,这种变速器类型非常昂贵并且机械上复杂。

[0011] 典型的现有技术并联混合系统的特征为附接到任何已知的AT、DSG或AMT系统的变速器的主输入轴1的电动机E,参见图4。电动机E的增加没有减轻相应类型的变速器中固有的任何缺点。在这些现有技术系统中,电动机设计成以与ICE类似的转速运行。在WO 2007/102762A1中公开了以AMT为特征的现有技术并联混合系统。

[0012] 在一些现有技术混合动力系统中,参见图5,电动机E与变速器2并联附接,并且具有通过比率 i_x 传动比调整到比图4中的解决方案更成本优化的设计的可能性。在US 2002/0082134A1中公开了以这种布置为特征的现有技术混合动力系统。在US 2002/0082134A1中,电动机可以操作地连接到变速器的输入轴和输出轴中的任一个或两个。在US 2002/0082134A1中公开的混合动力系统不是最佳的。例如,在换挡期间,其可能不作为串联混合动力系统运行,并且这降低了总效率并增加了离合器磨损。此外,不可能主动地使用电动机E来在输入轴处建立零扭矩,如分离/接合齿轮所要求的,电动机也不能比ICE更快地加速输入轴。

[0013] 在US 2004/0138800A1中描述了用于减少AMT变速器中的一些扭矩中断的现有技术变速器。在US 2002/0082134A1中描述了具有用于混合驱动的电动机的这种变速器的变型。这些变速器已知是制造和控制可行的,但是具有的挑战在于,在换挡期间传递到输出轴的扭矩水平太低和/或在换挡期间使用的一个或多个离合器中的磨损较高。

[0014] 目前我们看到汽车工业中的电气化的大趋势。这是由燃料经济性、立法、激励、环境动机以及电池、燃料电池和其他相关技术的技术突破两者驱动的。

[0015] 本发明的目标是提供一种改进的动力系统,其中避免或减轻了现有技术动力系统的至少一些缺点。

发明内容

[0016] 本发明由所附权利要求书和以下内容限定:

[0017] 在第一方面中,本发明提供了一种动力系统,其包括变速器、第一电动机和第二电动机,其中

[0018] -变速器包括机械动力源可以连接到的输入轴、输出轴和齿轮组件,该齿轮组件提供可以被选择用于将机械动力从输入轴传递到输出轴的至少两个不同的传动比,

[0019] -第一电动机连接到输入轴,使得扭矩和旋转可以在第一电动机和输入轴之间传递,以及

[0020] -第二电动机经由第一离合器连接到输入轴,使得扭矩和旋转可以在第二电动机和输入轴之间传递,并且经由第二离合器连接到输出轴,使得扭矩和旋转可以在第二电动机和输出轴之间传递,其中,

- [0021] 第一电动机经由第一离合器连接到第二电动机。
- [0022] 换句话说,第一离合器经由第一电动机连接到输入轴。
- [0023] 换句话说,第一电动机经由第一离合器连接到第二电动机,使得扭矩和旋转可以经由第一离合器在第一电动机和第二电动机之间传递。
- [0024] 换句话说,第二电动机经由第一离合器连接到输入轴,使得扭矩和旋转可以经由第一离合器在第二电动机和输入轴之间传递,并且经由第二离合器连接到输出轴,使得扭矩和旋转可以经由第二离合器在第二电动机和输出轴之间传递。
- [0025] 换句话说,第一电动机、第二电动机、第一离合器和第二离合器互连,使得扭矩和旋转可以经由第一电动机、第二电动机、第一离合器和第二离合器在输入轴和输出轴之间传递。
- [0026] 术语“机械动力”旨在表示扭矩和旋转。
- [0027] 术语“连接到输入轴”和“连接到输出轴”旨在限定允许分别向输入轴和输出轴传递扭矩和旋转/从输入轴和输出轴传递扭矩和旋转的任何直接或间接连接。换句话说,这些术语也可以被定义为“操作地连接到输入轴”和“操作地连接到输出轴”。
- [0028] 第一方面可以替代地限定为一种动力系统,该系统包括变速器、第一电动机和第二电动机,其中,
- [0029] -变速器包括一部分,该部分包括机械动力源可以连接到的输入轴(或输入侧)、输出轴(或输出侧)以及可以被选择用于将机械动力从输入轴传递到输出轴的至少两个不同的齿轮,
- [0030] -第一电动机连接到输入轴,使得扭矩和旋转可以在第一电动机和输入轴之间传递,以及
- [0031] -第二电动机经由第一离合器连接到输入轴,使得扭矩和旋转可以在第二电动机和输入轴之间传递,并且经由第二离合器连接到输出轴,使得扭矩和旋转可以在第二电动机和输出轴之间传递。
- [0032] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机电连接到第二电动机,使得第一电动机可以从输入轴处的扭矩产生电力,并且将产生的电力传递到第二电动机。换句话说,第一电动机电连接到第二电动机,使得第二电动机的扭矩输出可以由第一电动机产生的电力来增大。优选地,第一电动机电连接到第二电动机,使得在第一电动机中产生的电力可以直接传递到第二电动机,即,产生的电力不通过对于第一电动机和第二电动机是公共的电池。
- [0033] 换句话说,第一电动机可以用作发电机,以从输入轴中的扭矩产生电力。
- [0034] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机、第二电动机、第一离合器和第二离合器形成绕过(换句话说,平行于)至少两个不同挡位的扭矩传递路径的一部分,该扭矩传递路径布置成在换挡期间(即,在变速器的该至少两个不同挡位之间的换挡期间)将扭矩从输入轴传递到输出轴。
- [0035] 在一个实施方式中,根据本发明的动力系统的特征是绕过(或平行于)该至少两个不同挡位的扭矩传递路径,该扭矩传递路径包括第一电动机、第二电动机、第一离合器和第二离合器,并且可以在换挡期间(即,在变速器的该至少两个不同挡位之间的换挡期间)将扭矩从输入轴传递到输出轴。

[0036] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,机械动力源是内燃机或至少一个电动机。

[0037] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,该至少一个电动机优选地是第一电动机,可选地与第二电动机组合。

[0038] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机经由第三离合器连接到输入轴。

[0039] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,机械动力源是内燃机(ICE),ICE经由主离合器连接到变速器输入。

[0040] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机经由第一齿轮连接到输入轴,并且第二电动机经由第二齿轮连接到输出轴。

[0041] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一离合器和第二离合器分别连接到第一致动器和第二致动器,并且第一致动器和第二致动器是电子控制的。第一致动器和第二致动器连接到电子控制系统,该电子控制系统在换挡期间向输入轴和/或输出轴提供最佳或所需水平的扭矩。电子控制系统还可以连接到变速器中的换挡致动器。

[0042] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一离合器、第二离合器、第三离合器和主离合器中的任一个离合器可以可在零和最大扭矩水平之间控制的扭矩水平操作。离合器可以优选地是摩擦离合器。至少一个离合器可以是能够通过离合器上的速度差来增加扭矩的类型。

[0043] 在一个实施方式中,根据本发明的动力系统包括连接到第一电动机和第二电动机的电源。该电源可以是电池、电容器、燃料电池或其任何组合。

[0044] 在一个实施方式中,根据本发明的动力系统包括驱动轮,输出轴连接到该驱动轮。

[0045] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,变速器的特征在于包括副轴变速器的至少一个部分。

[0046] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机和第二电动机中的任一个电动机经由副轴变速器的副轴连接到输入轴或输出轴。

[0047] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机和第二电动机中的任一个电动机经由变速器中的齿轮连接到输入轴或输出轴。

[0048] 在根据本发明的动力系统的一个实施方式中,第一电动机和第一离合器以及第二电动机和第二离合器中的扭矩可以由中央控制单元控制。

[0049] 在第二方面中,本发明提供了一种包括根据第一方面的动力系统的车辆。

[0050] 在第三方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

[0051] a. 控制第一电动机和第一离合器中的扭矩等于主离合器中的扭矩。

[0052] b. 通过接合第二离合器将扭矩传递到输出轴;

[0053] c. 使低速挡脱离结合;

[0054] d. 通过使第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩高于主离合器3中的扭矩来减小输入轴的转速;以及

[0055] e. 当输入轴的转速与高速挡同步并且第一电动机和第一离合器中的扭矩等于主离合器中的扭矩时,接合高速挡。

[0056] 换句话说,步骤a需要控制由第一电动机和第一离合器提供到输入轴的合成或组合扭矩。在步骤a中,第一离合器至少正在滑动,即没有完全关闭。

[0057] 第一电动机和第一离合器中的扭矩可以通过操作第一离合器和/或通过控制供应到第一电动机的动力来控制。

[0058] 关于步骤d,应注意,由于来自第二电动机的扭矩,第二离合器中的扭矩通常将高于第一离合器中的扭矩,并且当减小输入轴的转速时使用第二电动机中的动能。

[0059] 在根据第一方面的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡需要在齿轮组件的至少两个不同的传动比之间进行换挡。

[0060] 根据第一方面的动力系统可以限定为包括操作地连接到输出轴的从动轮,并且步骤b可以限定为通过接合第二离合器而将扭矩传递到从动轮。

[0061] 在一个实施方式中,根据第三方面的方法包括在高速挡接合之后通过第一电动机、第二电动机和ICE的任何组合来在输入轴中建立所需扭矩的步骤。换句话说,在接合高速挡之后,通过从第一电动机、第二电动机和ICE的任何组合向输入轴提供扭矩,在输入轴中建立所需扭矩。

[0062] 在根据第三方面的方法的一个实施方式中,通过在主离合器3中建立来自ICE的全部扭矩来获得所需扭矩。

[0063] 在根据第三方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是通过第一电动机、第二电动机和ICE中的任一个驱动输入轴的步骤,其中,第一离合器和第二离合器中的任一个开启或关闭。

[0064] 在根据第三方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是通过第一电动机和/或第二电动机驱动输出轴的步骤,其中,第一离合器开启或关闭,并且第二离合器关闭。

[0065] 在根据第三方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行与变速器的输入轴旋转接合的第一电动机和第二电动机的步骤,其中,第一离合器关闭,并且第二离合器开启。

[0066] 在根据第三方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行经由主离合器与变速器的输入轴旋转接合的ICE的步骤。

[0067] 术语“关闭(closed)”和“开启(open)”可以可选地分别由术语“分离”和“接合”代替。当接合时,第一离合器和第二离合器传递扭矩,直到最大扭矩。

[0068] 在第四方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

[0069] a.控制第一电动机和第一离合器中的扭矩等于输入轴中的扭矩;

[0070] b.通过接合第二离合器将扭矩传递到输出轴;

[0071] c.使低速挡脱离接合;

[0072] d.通过使第一电动机4a和第一离合器中的扭矩高于输入轴中的扭矩来减小输入轴的转速;以及

[0073] e.当输入轴的转速与高速挡同步并且第一电动机和第一离合器中的扭矩等于输入轴中的扭矩时,接合高速挡。

[0074] 换句话说,步骤a需要控制由第一电动机和第一离合器提供到输入轴的合成或组合扭矩。在步骤a中,第一离合器至少正在滑动,即没有完全关闭。

[0075] 第一电动机和第一离合器中的扭矩可以通过操作第一离合器和/或通过控制供应到第一电动机的动力来控制。

[0076] 在一个实施方式中,根据第四方面的方法包括在接合高速挡的步骤之后使第二离合器脱离接合并将扭矩从第二电动机传递到输入轴的步骤。换句话说,在接合高速挡的步骤之后,例如通过中央控制单元控制第一电动机、第二电动机、第一离合器和第二离合器,以在输入轴中获得所需的扭矩。

[0077] 在根据第四方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是通过第一电动机和第二电动机中的任一个驱动输入轴的步骤,其中,第一离合器和第二离合器中的任一个开启或关闭。

[0078] 在根据第四方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行与变速器的输入轴旋转接合的第一电动机和第二电动机的步骤,其中,第一离合器关闭,并且第二离合器开启。

[0079] 在第五方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统中执行从高速挡到低速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

[0080] a.控制第一电动机(4a)和第一离合器(5a)中的扭矩等于主离合器(3)中的扭矩;

[0081] b.通过接合第二离合器5b将扭矩传递到输出轴(6);

[0082] c.使高速挡脱离接合;

[0083] d.通过使第一电动机(4a)和第一离合器(5a)中的扭矩高于主离合器(3)中的扭矩来增加输入轴(1)的转速;以及

[0084] e.当输入轴(1)的速度与低速挡同步并且第一电动机(4a)和第一离合器(5a)中的扭矩被控制为等于主离合器(3)中的扭矩时,接合低速挡。

[0085] 换句话说,步骤a需要控制由第一电动机和第一离合器提供到输入轴的合成或组合扭矩。在步骤a中,第一离合器至少正在滑动,即没有完全闭合。

[0086] 第一电动机和第一离合器中的扭矩可以通过操作第一离合器和/或通过控制供应到第一电动机的动力来控制。

[0087] 在根据第一方面的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡需要在齿轮组件的至少两个不同的传动比之间进行换挡。

[0088] 根据第一方面的动力系统可以限定为包括操作地连接到输出轴的从动轮,并且步骤b可以限定为通过接合第二离合器而将扭矩传递到从动轮。在一个实施方式中,接合的第二离合器正在滑动。正在滑动的接合的离合器可以传递最大扭矩或更小的扭矩,但是不传递最大转速(转速)。

[0089] 在根据第五方面的方法的步骤d中,主离合器正在滑动。应注意,本发明的动力系统具有显著的有利效果,因为第二电动机可以在输出轴处提供负扭矩,而第一电动机可以快速地将输入轴加速到期望的转速,并且以这种方式使得换挡尽可能快。

[0090] 在一个实施方式中,根据第五方面的方法包括在低速挡接合之后通过第一电动机、第二电动机和ICE的任何组合来在输入轴中建立所需扭矩的步骤。换句话说,在低速挡接合之后,通过从第一电动机、第二电动机和ICE的任何组合向输入轴提供扭矩,在输入轴中建立所需扭矩。

[0091] 在根据第五方面的方法的一个实施方式中,通过在主离合器中建立来自ICE的全

部扭矩来获得所需扭矩。

[0092] 在根据第五方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是通过第一电动机、第二电动机和ICE中的任一个驱动输入轴的步骤,其中,第一离合器和第二离合器中的任一个开启或关闭。

[0093] 在根据第五方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行与变速器的输入轴旋转接合的第一电动机和第二电动机的步骤,其中,第一离合器关闭,并且第二离合器开启。

[0094] 在根据第五方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行经由主离合器与变速器的输入轴旋转接合的ICE的步骤。

[0095] 在第六方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统中执行从高速挡到低速挡的换挡的方法,包括以下步骤:

[0096] a.控制第一电动机和第一离合器中的扭矩等于输入轴中的扭矩;

[0097] b.通过接合第二离合器将扭矩传递到输出轴;

[0098] c.使高速挡脱离接合;

[0099] d.通过使第一电动机和第一离合器中的扭矩高于输入轴中的扭矩来增加输入轴转速(即,转速、每分钟转数);以及

[0100] e.当输入轴转速与低速挡同步并且第一电动机和第一离合器中的扭矩被控制为等于输入轴中的扭矩时,接合低速挡。

[0101] 换句话说,步骤a需要控制由第一电动机和第一离合器提供到输入轴的合成或组合扭矩。在步骤a中,第一离合器至少正在滑动。

[0102] 第一电动机和第一离合器中的扭矩可以通过操作第一离合器和/或通过控制供应到第一电动机的功率来控制。

[0103] 在根据第一方面的动力系统中执行从低速挡到高速挡的换挡需要在齿轮组件的至少两个不同的传动比之间进行换挡。

[0104] 根据第一方面的动力系统可以限定为包括操作地连接到输出轴的从动轮,并且步骤b可以限定为通过接合第二离合器将扭矩传递到从动轮。在一个实施方式中,接合的第二离合器正在滑动,即不传递最大可能的扭矩。

[0105] 应注意,本发明的动力系统具有显著的有利效果,因为第二电动机可以在输出轴处提供负扭矩,而第一电动机可以快速地将输入轴加速到期望的转速,并且以这种方式使得换挡尽可能快。

[0106] 在一个实施方式中,根据第六方面的方法包括在低速挡接合之后通过第一电动机和第二电动机的任何组合在输入轴中建立所需扭矩的步骤。换句话说,在低速挡接合之后,通过从第一电动机和第二电动机的任何组合向输入轴提供扭矩,在输入轴中建立所需扭矩。

[0107] 在根据第六方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是通过第一电动机和第二电动机中的任一个电动机驱动输入轴的步骤,其中,第一离合器和第二离合器中的任一个开启或关闭。

[0108] 在根据第六方面的方法的一个实施方式中,在步骤a之前是运行与变速器的输入轴旋转接合的第一电动机和第二电动机的步骤,其中,第一离合器关闭,并且第二离合器开

启。

[0109] 在一个实施方式中,根据第六方面的方法包括在接合低速挡的步骤之后使第二离合器脱离接合并将扭矩从第二电动机传递到输入轴的步骤。

[0110] 在第七方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统中传递扭矩的方法,包括以下步骤:

[0111] -使第一离合器脱离接合并接合第二离合器;

[0112] -将扭矩从输入轴传递到第一电动机,并且使第一电动机作为发电机运行;

[0113] -将由第一电动机产生的电力传递到第二电动机;

[0114] -通过使用从第一电动机传递的电力在第二电动机中产生扭矩;以及

[0115] -将在第二电动机中产生的扭矩传递到输出轴。

[0116] 在根据第七方面的方法的一些实施方式中,通过使用从第一电动机传递的电力在第二电动机中产生扭矩的步骤可以限定为通过使用从第一电动机传递的电力在第二电动机中增大扭矩。

[0117] 通过将第一电动机中产生的电力传递到第二电动机,来自第二电动机的扭矩可以有利的以高能量效率的方式在短时间内增大。

[0118] 在第八方面中,本发明提供了一种在根据第一方面的动力系统的输出轴处获得最大扭矩的方法,包括以下步骤:

[0119] -使第一电动机4a和第二电动机4b在相同的旋转方向上以最大扭矩运行,同时使第一离合器5a和第二离合器5b都接合。第一离合器和第二离合器传递最大扭矩,但是可以具有受控的滑动。

[0120] 在第八方面的一个实施方式中,动力系统的特征在于经由主离合器连接到输入轴的ICE,并且该方法包括以下步骤:

[0121] -运行ICE以在与来自第一电动机和第二电动机的扭矩相同的旋转方向上提供扭矩,同时使主离合器接合。主离合器优选地传递最大扭矩,但是可以具有受控的滑动。

[0122] 在第八方面的一个实施方式中,ICE提供其最大扭矩。

[0123] 在第八方面的一个实施方式中,在换挡期间,优选地在使变速器中的高速挡或低速挡脱离接合的步骤期间和/或之后,即在传动比的换挡期间,执行该方法。

[0124] 根据第三方面至第六方面的方法可以包括如上限定的步骤,其中,在输入轴中建立所需扭矩。所需扭矩通常将作为输入到变速器控制器或中央控制单元的高水平扭矩的结果来计算(例如,驾驶员通过踏板、巡航控制、牵引控制或其他高水平控制)。从变速器控制器,动力系统中的电动机可以被控制以将所需扭矩赋予输入轴,即,所需扭矩由变速器控制器基于输出轴中所需的扭矩或转速来计算。

附图说明

[0125] 参考以下附图详细描述本发明的实施方式:

[0126] 图1是以变速器为特征的现有技术动力系统的框图。

[0127] 图2是用于重型商用卡车的现有技术动力系统的详细示意图。

[0128] 图3是以现有技术变速器系统为特征的动力系统的框图,该现有技术变速器系统通常被称为双离合变速器、双离合变速器或双换挡齿轮箱(DSG)。

[0129] 图4是用于重型卡车和公共汽车的混合系统的现有技术动力系统,其中,电动机E附接到自动手动变速器(AMT)的输入轴1。

[0130] 图5是基本上具有与图4所示的动力系统相同功能的现有技术动力系统。

[0131] 图6是根据本发明的示例性动力系统的框图。

[0132] 图7是本发明的示例性动力系统的框图,其中,动力系统完全由电动机驱动,即,没有ICE连接到动力系统。

[0133] 图8是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。该示意图基于图2中的现有技术动力系统。

[0134] 图9是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。该示意图基于图2中的现有技术变速器。

[0135] 图10是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。

[0136] 图11是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。

[0137] 图12是以电子控制的致动器为特征的图11中的动力系统的详细示意图。

[0138] 图13是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。

[0139] 图14是根据本发明的示例性动力系统的框图。

[0140] 图15是根据本发明的示例性动力系统的框图。

[0141] 图16是根据本发明的示例性动力系统的框图。

[0142] 图17是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。该动力系统与图8中的动力系统类似而没有ICE。

[0143] 图18是根据图8和图17中的示意图的示例性动力系统的透视图。

[0144] 图19是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。

[0145] 图20是示出了使用根据本发明的动力系统的示例性换挡过程的所计算的扭矩水平的曲线图。

[0146] 图21是示出了使用根据本发明的动力系统的示例性换挡过程的所计算的扭矩水平的曲线图。

具体实施方式

[0147] 基于在背景技术部分中描述并在图1至图5示出的现有技术,申请人已经开发出一种非常有利的动力系统,其将参考图6至图21进行更详细的描述。在整个申请中已经对相同或相似的技术特征提供相同的附图标记。

[0148] 根据本发明的混合动力系统的实施方式通过使用图6中的框图来示出。该动力系统包括经由主离合器3连接到变速器2(或齿轮箱)的输入轴1(或输入侧)的ICE、第一电动机4a、第二电动机4b、第一离合器5a和第二离合器5b。第一电动机4a优选地经由至少一个齿轮 i_x (第一齿轮)操作地连接到输入轴1,并且经由第一离合器5a操作地连接到第二电动机4b。第二电动机4b经由第二离合器5b和至少一个齿轮 i_y (或第二齿轮)操作地连接到变速器2的输出轴6(或输出侧),并且经由第一离合器5a连接到输入轴1。电动机4a、4b以及第一离合器5a和第二离合器5b的布置确保了扭矩可以灵活且可控的方式在输入轴和输出轴之间传递。换句话说,电动机4a、4b以及第一离合器5a和第二离合器5b形成能够在变速器的输入轴1和输出轴6之间传递扭矩和旋转的扭矩传递路径的一部分。扭矩传递路径的详细构造可以根

据变速器的类型和空间要求而变化。除了在变速器2中具有至少两个挡位(即,提供至少两个挡位的齿轮组件)之外,本发明的动力系统还可以包括任何合适的附加齿轮,例如慢转齿轮(creep gear)和拼合齿轮(split gear)。附加的齿轮可以包括在变速器2中,或者连接到变速器2的输入轴或输出轴。例如参见图8的实施方式,其中,变速器2由主要部件2a、慢转齿轮2b和拼合齿轮2c构成。

[0149] 如图6所示,具有经由离合器5a、5b互连的两个电动机4a、4b的组合提供了几个有利的效果。主要优点是在换挡期间传递扭矩的可能性。此外,所公开的两个离合器和两个电动机的组合通过在换挡期间使用系统中的旋转动能而提供了显著增加的扭矩传递性能。虽然未在图6中示出,但是本发明的动力系统包括诸如电池的电源,该电源布置成在需要时向两个电动机4a、4b中的任一个提供电力,以及在用作发电机时存储从两个电动机中的任一个接收的电力。另外,第一电动机4a可以电连接到第二电动机4b,使得当第一电动机4a用作发电机时,在第一电动机4a中产生的电力可以传递到第二电动机4b。在一个优选实施方式中,第一电动机4a电连接到第二电动机4b,使得在第一电动机4a中产生的电力可以直接传递到第二电动机4b,即,不通过公共电源(未示出)。后一特征是非常有利的,因为其是高度能量有效的。

[0150] 本发明的动力系统的另一优点是,不需要用于在换挡期间使输入轴速度同步的昂贵的制动器和/或部件,因为同步可以至少由第一电动机4a来处理,可选地与第一离合器5a组合。

[0151] 在传动比向上换挡期间,两个电动机4a、4b将使用仅在较短时间段内可用的其峰值功率性能来补偿输出轴6处的扭矩损失,扭矩传递路径在输入轴1和输出轴6之间延伸,并且可以在两个离合器5a、5b上传递扭矩。除了或代替在第一离合器5a上从输入轴1传递扭矩/机械动力,第一电动机4a可以从输入轴1接收扭矩/机械动力并向第二电动机4b供应电力,该第二电动机又将在换挡期间通过第二离合器5b向输出轴6(并且因此向从动轮8)供应扭矩/机械动力。除了或代替由第一电动机4a产生的电力,从第二电动机4b到从动轮8的扭矩可以通过来自电池或其他电源的电力而增大。

[0152] 在电驱动情况下,即仅电动机用于驱动车辆,最常见的情况将是第一离合器5a完全接合以传递扭矩,而第二离合器5b完全打开,即不传递任何扭矩。

[0153] 本发明需要使用两个单独的电动机,即第一电动机4a和第二电动机4b,其组合提供所需的扭矩/机械动力。与单个电动机相反,使用两个电动机可能是成本有效的,这看起来可能是违反直觉的,但是具有适合于电驱动的尺寸的电动机的成本基本上与电动机的扭矩和机械动力成比例。因此,通过使用单个大电动机或两个小电动机的组合获得的用电产生的扭矩/机械动力的成本差异较小。

[0154] 虽然使用单个大电动机和两个较小电动机之间的成本差异较小,但是在功能方面存在较大差异。本发明的两个电动机的组合在很大程度上可以通过将高rpm(转速)下的较低扭矩转换为较低转速下的较高扭矩而用作机械齿轮箱。由于电动机可以在短时间内以高得多的机械功率输出执行,所以此性能非常符合在相对短的时间内(通常小于2-3秒)发生的换挡期间的需要。

[0155] 因此,当用作混合动力系统时,本发明的动力系统将提高变速器系统的性能,因为其使得变速器(例如AMT变速器)在换挡期间可能传递扭矩(在输入轴/输入侧到输出轴/输

出侧之间)。这是非常有利的特征,因为其允许最佳可能的加速、在上坡行驶期间保持速度、改进的舒适性、在换挡期间最小化排放并且提供总体改进的效率。通过在混合动力系统中使用两个电动机的组合,动力系统的行为将类似于仅通过特征在于更复杂和昂贵的变速器系统的动力系统可获得的行为,例如AT或DSG。对于卡车,这意味着客户价值的显著增加。此外,本发明的动力系统可以通过增加所需的电动机和离合器作为模块而由标准的AMT变速器构造。后一种选择对于卡车制造商可能是特别有吸引力的解决方案。当用于轿车中时,本发明的动力系统通过在传动比换挡期间不需要具有扭矩传递的昂贵的变速器而提供了显著降低的部件成本。

[0156] 本发明的动力系统可以配置为这样的动力系统,其主要以ICE驱动模式运行至可以主要或仅以纯电动模式运行的系统,这取决于客户对功能和经济性的要求。换句话说,本发明的动力系统可以配置为混合系统,其特征为用于提供动力的ICE和电动机,以及纯电动系统,其中,所有动力由电动机提供。

[0157] 对于用于电动车辆的推进的电动机,存在许多不同的技术。本发明的动力系统可以使用这些公知的电动机技术中的任何一种,即,DC系列电动机、无刷DC电动机、永磁同步电动机(PMSM)、三相交流感应电动机和开关磁阻电动机(SRM)中的任何一种。各种类型的电动机可以具有不同的性能特性。通过使用本发明的动力系统,可以应用电动机的最佳组合。例如,已知一些电动机原理在零转速时具有非常低的扭矩,但是具有其他有利的特性,例如在操作期间的高效率。通过使用本发明的动力系统,可以优化电动机的类型,例如,因为第二电动机4b在零转速下具有非常低的扭矩,但是在操作期间(即,在零以上的限定的转速范围)具有高效率,而第一电动机4a可以在零转速下提供高扭矩,但是在操作期间效率稍低。使用后一种电动机的组合,在变速器2中接合有低速挡的情况下以纯电驱动模式在零速度下起动的车辆将能够在滑动转速下运行离合器5a,因此第一电动机4a和第二电动机4b两者都可以其最大扭矩执行以使车辆滚动。

[0158] 在本发明的动力系统中使用的离合器3、5a、5b在许多情况下可以是任何合适类型的摩擦离合器,其中,通过将至少两个摩擦表面彼此推抵来完成扭矩的传递。然而,本发明的动力系统也可以包括根据其他已知离合器原理的离合器,例如:

[0159] • 与离心操作结合的摩擦式离合器;

[0160] • 基于液压原理的离合器(即,已知为变矩器),其中一个旋转部件经由流体(传动油)使另一个旋转部件旋转;

[0161] • 具有用于传递旋转的机械连接的离合器,例如爪形离合器;

[0162] • 离合器中流体中的粘度通过热或磁特性而改变以传递扭矩的离合器;以及

[0163] • 上述原理的任何组合。

[0164] 为了获得动力系统的紧凑设计,使用具有多个离合器盘的摩擦式离合器可能是有利的。

[0165] 为了在换挡期间控制本发明的动力系统扭矩,第一电动机4a、第二电动机4b、第一离合器5a、第二离合器5b和可选的主离合器3(取决于动力系统是否以ICE为特征)是作为控制软件和策略的主要焦点的部件。虽然电动机4a、4b可以在短至20-30ms的时间内惊人地快速改变扭矩,但是离合器5a、5b通常相对较慢,因为离合器盘的运动和在离合器盘上建立压力需要时间。通过摩擦式离合器使扭矩发生显著变化的相应时间可以是大约100-

200ms。电动机的快速扭矩改变可以在如下公开的许多换挡过程/方法中使用。在低速挡脱离接合之后的较高的正扭矩升挡中,快速扭矩改变特别有用,如以下在方法I中描述的。这是输入轴转速降低并同步到新的更高挡位的操作。该方法可以简要地描述为首先使第一电动机4a以较高的正扭矩输出运行,并且使第一离合器5a从主离合器3和第一电动机4a两者传递扭矩。为了快速施加扭矩以减小输入轴转速(转速),第一电动机4a尽可能快地减小并可能变为负扭矩以使输入轴1减速。第一离合器5a将尽可能快地增加扭矩,但是扭矩的施加明显慢于第一电动机4a。

[0166] 根据本发明的纯电驱动的动力系统如图7中的框图所示。与图6中的混合动力系统相反,该动力系统完全由电动机4a、4b驱动,即没有内燃机连接到动力系统。对于将需要在高速下运行更长时间以及在非常低的速度下运行更长时间的全电驱动车辆,存在许多情况,其中以至少两个挡位为特征的变速器将是有利的。类似于图6中的实施方式,图7中的实施方式可以在没有扭矩中断的情况下换挡。在纯电驱动的动力系统中,该至少两个挡位将允许电动机在效率方面的优化。

[0167] 为了简单起见,下面参考以ICE为特征的动力系统,即混合动力系统,来描述本发明。然而,结合图8至图16所示的混合动力系统描述的特征也可以用于没有ICE且仅由电动机驱动的相应动力系统。图17和图19中示出了仅用于电驱动的两个示例性动力系统。

[0168] 图8示出了根据本发明的示例性混合动力系统,其特征为如图2所示的普通副轴变速器。大多数普通变速器具有模块化设计,其中例如特征为附加慢转齿轮的模块可以附接在变速器2的输入侧,该变速器的特征为主齿轮2a(或变速器的主要部分)、拼合齿轮2c和范围齿轮(range gear)2b(变速器可以称为齿轮箱)。在图8中,本发明的动力系统基于标准重型卡车变速器,其中,变速器的标准部件未改变。第一电动机4a以与包括附加慢转齿轮的模块通常连接的相同的方式和位置连接到变速器的输入轴1(或输入侧)。第二电动机4b以与减速器模块通常连接的相同的方式和位置连接到输出轴6(或输出侧)。在图8的具体实施方式中,第一电动机和第二电动机提供与通常由慢转齿轮和减速器系统提供的相同的功能。或者,如果需要,本发明的动力系统也可以包括任何附加的慢转齿轮和减速器模块。在本说明书中,由术语“副轴(layshaft)”描述的具体特征旨在表示包括齿轮并且平行于变速器的输入轴(即如图8所示的副轴7)运行的轴。

[0169] 图9示出了根据本发明的示例性混合动力系统,其特征为与图2所示的变速器类似的变速器,其中,变速器2稍微优化以用于混合动力系统。在图9中,内部齿轮被重新设计,但是范围齿轮基本上不变,并且倒挡被前进挡代替。仅通过使至少第一电动机4a在相反方向上旋转,就能够获得反向驱动。图2中的变速器的进一步简化是通过去除拼合齿轮装置并通过将第一电动机经由变速器的副轴7上的齿轮9连接到输入轴1来实现。图9的变速器/齿轮箱具有5个主齿轮乘以2个范围齿轮(总共10个齿轮)。另外,当本发明的动力系统的两个离合器5a、5b处于完全接合状态(即,传递全部扭矩)时,其将作为附加的齿轮工作。与图2中的普通变速器相比,内部齿轮的重新设计预期提供成本降低。对于许多当前的变速器,内部部件的这种改变将不需要对用于换挡的致动器设计和主起动离合器3进行标准齿轮箱壳体的改变,或需要非常小的改变。

[0170] 图10示出了根据本发明的动力系统的另一示例性实施方式的详细示意图。变速器2是具有5个前进挡和1个倒挡的副轴齿轮箱。在此情况下,副轴齿轮箱可以制成没有同步

器,这进一步降低了齿轮箱的成本并增加了坚固性。对于副轴齿轮箱典型的是使用两个平行轴和使用花键套筒,该花键套筒将选定的齿轮连接到轴,使得可以传递扭矩。与变速器2的输入轴平行运行的轴通常称为副轴7。当需要多个传动比时,这些齿轮箱被称为具有最高效率和最低成本的变速器。在此实施方式中,第一电动机4a和第二电动机4b经由副轴7上的齿轮10连接到输出轴6。

[0171] 图11示出了具有与图10中的动力系统相同的功能的机械布局的详细示意图,但是具有较小的改变,使得两个离合器5a、5b放置在相同的区域中并且为离合器和离合器致动器提供更好的集成(见图12)。另外,此布局还在动力系统的纵向方向上为电动机和离合器提供更多的空间。

[0172] 图12示出了图11中的动力系统,并且示出了本发明的动力系统如何需要所有离合器3、5a和5b的电子控制的致动和换挡。该致动可以由任何合适的电子可控致动器8a-8f执行,包括电动机、电磁螺线管、电动液压或气动致动器。各种致动器8a-8f可以基于来自驾驶员的输入(例如,经由驱动和制动踏板)并且可选地经由从导航系统提供的数据由中央控制单元(未示出)控制。类似的控制系统在现有技术中是公知的,并且在例如US 2002/0082134A1和WO 2007/102762A1中进行了描述。

[0173] 图13示出了本发明的变型,其中典型配置的特征是ICE的机械输出功率相对小于第一电动机4a和第二电动机4b的组合机械输出功率。三个动力源ICE、4a、4b的组合扭矩和动力输出是车辆所需的。在此配置中,ICE通常将在较高的转速范围内工作并具有较低的扭矩输出。这使得可能让变速器2的典型主要部件2a(变速器的以副轴7为特征的部件)以较高的转速和较低的扭矩运行,从而导致更紧凑的变速器。通过使传动比在最终可变传动比(通常称为范围齿轮2b)之前,可能实现这种改进。在本实施方式中,使用行星范围齿轮2b,然而,可以替代地使用任何其他合适类型的范围齿轮,例如副轴范围齿轮。第一电动机4a经由变速器的主要部件2a中的齿轮11和副轴7连接到变速器2的输入轴1。

[0174] 图14示出了根据本发明的示例性动力系统的框图。动力系统是ICE驱动的混合动力系统,其中,电动机4a与变速器2的输入轴同心放置并固定到变速器的输入轴。第二电动机4b如图6所示布置。

[0175] 图15示出了根据本发明的示例性动力系统的框图。在此实施方式中,第一电动机4a连接到变速器2的主要部件2a(即,包括主齿轮 i_1 、 i_2 、 $i_3 \dots i_n$ 的部件2a)的输入轴1,并且第二电动机4b连接到变速器的主要部件2a的输出轴6。除了主要部件2a之外,变速器2以范围齿轮2b和拼合齿轮2c为特征。

[0176] 图16示出了根据本发明的示例性动力系统,其特征为布置在第一电动机4a和输入轴1之间的附加离合器,即第三离合器5c。第三离合器5c在例如以下情况下提供了附加的灵活性和进一步改进的功能和效率:

[0177] a. 在将第一电动机4a直接连接到输出轴具有优点的驱动情况下。特别是在高于 i_y/i_x 传动比的换挡情况下将是这样。

[0178] b. 在第一电动机4a已经执行了分离/接合和/或同步输入轴1的转速的驱动的情况下,将能够打开第三离合器5c并闭合第一离合器5a,并且将扭矩从第一电动机4a供应到输出轴1,而在第一离合器5a中没有任何滑动/损失。

[0179] 图17是示出了根据本发明的示例性动力系统的详细示意图。该动力系统类似于图

8中的动力系统而没有ICE。

[0180] 图18中示出了根据图17的示意图的示例性动力系统的透视图,通过经由主离合器将动力系统连接到ICE,图18中的动力系统将对应于图8中的示意图。

[0181] 图19示出了专门设计用于仅与电动机一起使用的动力系统。此动力系统设计成使得当第一离合器5a和第二离合器5b完全接合时,在变速器2中将具有4个挡位和可用的附加挡位。这种动力系统配置提供了在传动比中具有大范围的可能性,这对于获得用于重型车辆和/或用于使用来自更长时间段的电动机的连续功率的最大值的车辆的优化系统是必要的。

[0182] 以上公开的示例性实施方式示出了用于获得根据本发明的动力系统的各种技术解决方案。然而,应注意,这不是本发明的所有实施方式的详尽公开。基于本公开,技术人员将能够构造替代的动力系统,然而这些替代的动力系统将落入由所附权利要求限定的本发明的范围内。

[0183] 以上公开的示例性动力系统在换挡期间提供了增加的扭矩控制。图20和图21中的曲线图示出了在不同挡位换挡期间如何控制扭矩。该曲线图示出了在没有使用连接到ICE以及第一电动机4a和第二电动机4b的旋转动能而可以实现的进一步改进的扭矩水平的情况下,可以如何从ICE(T_{ICE})、第一电动机4a(T_{E1})和第二电动机4b(T_{E2})传递扭矩。该曲线图是在假定ICE相对较大,即具有与重型商用车中的ICE相似的尺寸,连接到典型的12速AMT变速器,并且第一电动机4a和第二电动机4b与ICE相比尺寸(扭矩)相对较小的情况下计算的。在ICE处以全扭矩进行换挡。许多换挡在比全ICE扭矩水平低的扭矩水平下完成,并且在这些情况下,由第一电动机4a和第二电动机4b进行的电力传递将是输出轴处的扭矩的更大部分。

[0184] 图20示出了从第5挡到第6挡的换挡。在这些曲线图中,我们设定来自ICE的扭矩为1,并且关于12速AMT变速器的典型传动比,对于第5挡为接近4、5,第6挡接近3、5。因此,输出轴扭矩将与相对扭矩中的传动比相同。在此换挡中,根据本发明的动力系统可以用于建立最高可能的扭矩填充。这意味着ICE以及第一电动机4a和第二电动机4b将作为电动机运行,并且向系统中提供机械动力。因此,通过使用本发明的动力系统在输出轴处可获得的扭矩将是:

$$[0185] \quad T_{\text{sum}} = (T_{E1} \times i_y) + (T_{E2} \times i_y) + (T_{ICE} \times (i_y/i_x))$$

[0186] 当齿轮脱离接合时,输出轴处的唯一扭矩将由第一电动机4a和第二电动机4b以及ICE的组合扭矩输出经由第一离合器5a和第二离合器5b提供。此换挡遵循以下公开的正扭矩换升挡控制策略的描述。

[0187] 图21示出了从第9挡到第10挡然后从第10挡到第11挡的换挡。由于该换挡处于比图20所示的换挡更高的挡位,所以输出轴上的扭矩明显低于图20所示的扭矩。因此,来自第二电动机4b(T_{E2})的扭矩将是在换挡期间传递到输出轴的扭矩的最大部分。还重要的是注意到,此换挡在第一电动机4a作为发电机运行的情况下操作,因此减小了第一离合器5a中的扭矩,从而提高了总效率并减小了第一离合器5a中的磨损。在此实例中, i_y/i_x 传动比被确定为与第10挡的传动比相同。这导致两个换挡之间的显著差异。对于第9挡到第10挡,ICE将能够向输出轴增加额外的扭矩。对于从第10挡到第11挡的换挡,转速差使得不可能增加输出轴处的扭矩,但是换挡将在第一离合器5a打开且第二离合器5b闭合的情况下进行,并且

将来自输入轴1的所有动力经由第一电动机4a和第二电动机4b电气地传递到输出轴。

[0188] 在许多情况下,ICE的输出功率和扭矩小于或类似于第一电动机4a和第二电动机4b的动力系统解决方案在燃料经济性方面可能是最优的解决方案。这也将提供一种动力系统解决方案,其中扭矩填充将显著更高,特别是在较低速挡位中。

[0189] 如上所述的本发明的动力系统具有几个共同的有利功能特征,并且这些特征的技术基础在下面解释:

[0190] • 电动机可以设计成在扭矩和转动惯量之间具有比典型ICE好得多的旋转加速度的关系。高旋转加速度对于第一电动机4a非常有用,因为其在控制输入轴以尽可能快地获得正确转速(转速)方面提供了巨大的优点。电动机的另一优点是来自电动机的扭矩具有非常快的变化的可能性。电动机的这两个特性以非显而易见的方式用于本发明的动力系统。

[0191] • 在与第一电动机4a同时利用上述特性控制输入轴1的转速时,第二电动机4b将在向输出轴6提供扭矩方面具有很大的作用。该扭矩主要由第二电动机4b中的电力产生。因此,在本发明的动力系统的许多实施方式中,第二电动机可能大于第一电动机。第二电动机4b可以另外使用第二电动机4b中的惯性以及部分地在第一离合器5a与第二离合器5b和其之间的连接齿轮2中的惯性来增压,以改善到输出轴6的扭矩,特别是在齿轮分离和接合的短时间段中。此时,输入轴1处的转速必须保持稳定,并且将不可能使用ICE和第一电动机4a的惯性来增大输出轴6处的扭矩。

[0192] • 由于输入轴1转速的控制和向输出轴6提供扭矩应该同时进行,所以如在示例性实施方式中,具有包括两个电动机和两个离合器的动力系统的优点较大。通过下面描述的方法/过程更详细地公开了有利效果。

[0193] • 应注意,虽然在换挡期间传递扭矩的能力(也称为扭矩填充,参见图20和图21及其描述)是本发明的非常有利的效果,但是本发明的动力系统提供换挡时间的显著减少(即增加的换挡速度)也是重要的。

[0194] • 虽然许多换挡过程/方法具有最大燃料效率作为主要焦点,但是本发明的动力系统的主要附加优点是增加的加速度和舒适性。

[0195] 本发明的动力系统的所有上述实施方式提供了与改进的和有效的换挡过程/方法相关的若干优点。下面,参考图6中的框图描述最重要的换挡过程/方法。

[0196] I. 正扭矩升挡

[0197] 如图20所示的正扭矩升挡控制策略可以参考图6中的框图通过以下步骤执行:

[0198] 1. 第一电动机4a和第二电动机4b与齿轮箱的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合,并且第二离合器5b打开。

[0199] 2. 第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩。(至少第一离合器5a正在滑动)。通过接合滑动的第二离合器5b,将扭矩传递到从动轮8(经由输出轴/输出侧6)。应注意,由于来自第二电动机4b的扭矩,第二离合器5b中的扭矩通常将高于第一离合器5a中的扭矩。当减速制动第二电动机4b时,使用第二电动机4b中的动能。

[0200] 3. 使低速挡脱离接合。

[0201] 4. 由于第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩高于主离合器3中的扭矩,所以减小输入轴1的转速。

[0202] 5. 当输入轴1的转速与新的更高挡位同步并且第一电动机4a和第一离合器5a中的

扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩时,可以执行步骤6。

[0203] 6.接合新的更高挡位。应注意,由于来自第二电动机4b的扭矩,所以第二离合器5b中的扭矩通常高于第一离合器5a中的扭矩。当减速制动第二电动机4b时,使用第二电动机4b中的动能。

[0204] 7.在主离合器3中建立来自ICE的全部扭矩。

[0205] 另外,还能够将在步骤2至步骤6期间使用来自ICE的动能以在换挡期间进一步增加传递的扭矩。但是这将需要主离合器3和ICE的更详细的控制。然而,这是一种非常可能的添加到上述基本控制策略中的控制策略。

[0206] 该控制策略也将根据从驾驶员/巡航控制或其他输入请求的扭矩的百分比而改变。通常,如果第一电动机和第二电动机可以跟上来自系统的扭矩需求,则在换挡期间的大部分扭矩将在第一电动机和第二电动机上传递。这将减少系统中的离合器中的热量和磨损。

[0207] II.对于以上 i_y/i_x 传动比的正扭矩升挡

[0208] 在动力系统的大多数实施方式中,第一电动机4a经由第一齿轮 i_x 连接到输入轴1,并且第二电动机4b经由第二齿轮 i_y 连接到输出轴6。与传动比 i_y/i_x 结合的第一离合器5a和第二离合器5b的扭矩传递能力受到限制,因为当变速器2中要换挡的更高挡位的传动比高于由 i_y/i_x 限定的传动比时,扭矩可能不通过离合器从输入轴1传递到输出轴6。在输出轴6处的更高挡位中具有正扭矩的升挡通常将发生在加速结束的情况下,并且换挡的目的是找到用于驾驶情况(例如,稳定巡航速度)的最经济的挡位。因此,在更高挡位中对扭矩填充的需求比在较低和中等传动比挡位中对扭矩填充的需求稍低。

[0209] 到高于 i_y/i_x 的传动比的正扭矩升挡可以通过以下步骤执行:

[0210] 1.第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合,并且第二离合器5b打开。

[0211] 2.第一离合器5a将开始分离/滑动(即开始部分脱离接合),同时第二电动机4b将加速以获得等于或高于输出轴6在第二离合器5b上的相应转速的转速。

[0212] 3.此步骤可以与第二步并行地开始。ICE中的扭矩将开始减小,而主离合器3将开始滑动(即开始部分脱离接合),同时第一电动机4a将开始制动输入轴1。

[0213] 4.一旦达到步骤2,第二离合器5b就将接合输出轴6并开始在输出轴6处累积扭矩以补偿来自步骤3中的动作的扭矩减小。步骤3和步骤4将同时发生。

[0214] 5.第一电动机4a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩(优选地,第一离合器5a具有零扭矩=完全分离)。

[0215] 6.使低速挡脱离接合,同时将扭矩传递到从动轮8。到从动轮8的扭矩从第二电动机4b获得,该第二电动机通过在第一电动机4a中产生的电力运行,该电力从电池获得,或从其组合获得,并且第二电动机4b将扭矩经由第二离合器5b施加到输出轴6。

[0216] 7.通过第一电动机4a中的扭矩高于主离合器3中的扭矩,减小输入轴1的速度。第一离合器5a优选地完全脱离接合,并且主离合器3正在滑动或完全脱离接合。

[0217] 8.当输入轴1速度与新的更高挡位同步并且第一电动机4a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩时,接合新的更高挡位。

[0218] 9.在主离合器3中建立来自ICE的全部扭矩。

[0219] 上述对高于 i_y/i_x 传动比执行正扭矩升挡的方法的一个重要优点在于,第一电动机4a确保输入轴1比可能仅使用ICE同步得快得多,因为ICE具有大量的惯性矩并且改变其转速是缓慢的。因此,本发明的动力系统可以提供非常快速的换挡,因为在ICE达到同步输入轴1的较低转速之前可以接合更高的挡位。

[0220] III.通过第一电动机和第二电动机的优化使用提高了换挡期间的扭矩水平。较低挡位中的典型的全油门低于传动比 i_y/i_x 。

[0221] 第一电动机4a和第二电动机4b可以在较短的时间段(秒/分)内被增大到显著高于连续功率输出的扭矩水平。增大的功率通常比换挡可用时间长得多。

[0222] 连接到第一电动机4a和第二电动机4b的动能仅可以在非常短的时间段内提供效果。然而,分离/接合挡位所需的时间通常为大约100ms,并且动能因此可以在换挡期间提供有利的效果。

[0223] 对以最大扭矩和短换挡时间为目标的正扭矩升挡控制策略的描述:

[0224] 1.第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合,并且第二离合器5b打开。

[0225] 2.通过接合滑动的第二离合器5b将扭矩传递到从动轮8。为了在输出轴6处实现最大扭矩,第一电动机4a和第二电动机4b都作为电动机运行(即,从电池组提供的电力产生扭矩),并且向第二离合器5b提供最大正扭矩。

[0226] 3.第一离合器5a中的扭矩被控制为等于第一电动机4a和主离合器3中的组合扭矩。主离合器3将被控制为具有小的且有限的速度差。

[0227] 4.使低速挡脱离接合,同时使用连接到第二电动机的旋转动能,以向输出轴6提供最大扭矩。

[0228] 5.通过第一离合器5a中的扭矩高于第一电动机4a和主离合器3中的组合扭矩而减小输入轴1的速度。主离合器3正在滑动,并且以这种方式实现了最快的可能换挡时间。此时,连接到第一电动机4a和输入轴1/主离合器3的动能可用于再次增加第二电动机4b的速度(这样做是为了使得当将接合新的齿轮时可能使用旋转动能)。

[0229] 6.当输入轴1的速度与新的更高挡位同步并且第一离合器5a中的扭矩被控制为等于4a+3中的扭矩时,接合新的更高挡位,同时使用连接到第二电动机4b的旋转动能,以向输出轴6提供最大扭矩。

[0230] 7.在主离合器3中建立来自ICE的全部扭矩,而在主离合器3中没有任何滑动。

[0231] IV.正扭矩降挡(例如强制降挡(kick-down))

[0232] 正扭矩降挡是所有类型变速器最具挑战性的换挡中的一个。其原因是ICE(或电动机)将需要加速到更高的转速,并且在新的更高转速上获得扭矩之前将花费时间。这是重要性能的两种不同的驾驶情况是:

[0233] a)上坡时全油门,并且动力不足以保持速度。快速降挡和扭矩填充对于保持速度尽可能快将是重要的。

[0234] b)另一种情况是通常所称的强制降挡。这意味着油门完全打开以提供快速加速。快速降挡和扭矩填充对于使新的更高扭矩的等待时间尽可能低将是重要的。

[0235] 正扭矩降挡控制策略:

[0236] 1.第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合

器5a闭合,并且第二离合器5b打开。

[0237] 2.主离合器3尽可能快地分离以使ICE开始加速。

[0238] 3.通过第二电动机4b和接合滑动的第二离合器5b将扭矩传递到从动轮。

[0239] 4.第一电动机4a和第一离合器5a的组合扭矩被控制为与主离合器3的扭矩相等(第一离合器5a至少是滑动的)。

[0240] 步骤2、3和4同时发生。

[0241] 5.一旦建立步骤4,就使低速挡脱离接合。

[0242] 6.第一电动机4a提供最大的增大扭矩以将输入轴1的速度加速到低速挡的速度。(应注意,第一电动机4a将能够比ICE更快地加速,并且输入轴1将在ICE之前实现用于低速挡的正确的转速,使得低速挡的接合可以在ICE的加速完成之前开始或完成)

[0243] 7.当输入轴1的速度与新的低速挡同步并且第一电动机4a和第一离合器5a中的组合扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩时,接合新的低速挡。

[0244] 8.在主离合器3中建立来自ICE的全部扭矩。

[0245] 控制策略也将根据驾驶员/巡航控制或其他输入所请求的扭矩的百分比而改变。如果输出轴6上的扭矩仅需要少量增加,则通常将可能使用来自ICE、第一电动机4a和第二电动机4b的可用扭矩中的稍微更多的扭矩来产生更高的扭矩填充。

[0246] V.第一电动机4a和第二电动机4b用作ICE的起动器和交流发电机。

[0247] 在混合动力系统中使用电动机作为交流发电机和起动器不是新的。使用这些电动机的动机将是节省标准交流发电机和起动器的成本。通常与起动器功能相关联的主要挑战是在所有驱动情况下实现这一点。

[0248] 变速器或动力系统的控制软件的现有技术水平的一个优点是,系统在很大程度上将能够预见在所需扭矩方面下一秒将需要什么。这也将使得在正确的时间启动ICE更容易。

[0249] 与现有技术解决方案相比,本发明的动力系统将具有更容易的工作来处理什么将是ICE的典型启动,例如当车辆已经以低扭矩运行并且需要启动ICE时。在许多这种情况下,接合第二电动机4b和第二离合器5b以在输出轴6处继续提供扭矩同时第一电动机4a和第一离合器5a启动ICE将是足够的。也可能使用第一电动机4a和输入轴1中的旋转动能来启动ICE。

[0250] 预期的最具挑战性的情况是当车辆以电动模式在一个较低挡位中行驶时。此时,第二电动机4b和第二离合器5b将不能在输出轴6处提供显著的扭矩,因为连接第二电动机5b的齿轮 i_y 将处于更高挡位的传动比。

[0251] 那么当以一个较低挡位驱动时,用于ICE启动的以下控制策略将是明显有利的:

[0252] 1.第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合(接合),并且第二离合器5b和主离合器3打开(分离)。

[0253] 2.系统检测到请求ICE启动。

[0254] 3.第一离合器5a开始脱离接合。

[0255] 4.一旦第一离合器5a开始滑动,第二电动机4b就开始增压模式(峰值扭矩)以使转速朝着最大转速加速。此特征防止了离合器的过度磨损并且提供了来自电动机的最大效果。

[0256] 5.在第一离合器5a的脱离接合期间,第一电动机4a的增压模式将补偿从第一离合

器5a到输入轴1的减小的扭矩。

[0257] 6. 当第二电动机4b的可用旋转动能和增加的扭矩足以启动ICE时,第一离合器5a和主离合器3将同时接合,使得输入轴1处的扭矩的总和将为零。因此,在第一离合器5a $\times$ i_x处施加的附加扭矩将与用于在主离合器3接合的情况下启动ICE的扭矩相同。

[0258] 第一电动机4a和第二电动机4b中可能的扭矩的快速变化使得当ICE点火时可能过滤输入轴1处的反作用。

[0259] VI. 避免在坡顶前在ICE处换挡——用电动机在两个不同挡位中运行。在此情况下,增压模式也可以是非常支持的。

[0260] 用于决定在现代商用卡车中何时以最节省燃料的方式改变挡位的现有技术软件包括前方道路的高度轮廓、速度限制等的概览。这包括避免不必要的换挡的能力,例如,就像在到达坡顶之前。这已经证明显著降低了燃料消耗。

[0261] 非常典型的驾驶情况是当车辆以一个最高挡位行驶并且在坡顶之前上坡时。最节省燃料的驱动将是在其峰值功率下使用第一电动机和第二电动机以期速度达到坡顶。这可以通过本发明的动力系统由以下方法/过程来实现:

[0262] 1. 第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合(接合),并且第二离合器5b打开(分离)。ICE在主离合器3闭合的情况下运行。

[0263] 一旦系统检测到需要更多的扭矩,但是仅在短时间内:

[0264] 2. 第一电动机4a提供其最大扭矩。

[0265] 3. 第一离合器5a开始脱离接合。

[0266] 4. 当第一离合器5a开始滑动时,第二电动机4b开始增压模式(峰值扭矩)以加速转速。

[0267] 5. 当第二电动机达到正确转速时,第二离合器5b开始接合。

[0268] 6. 步骤4和5继续,直到第一离合器5a完全打开并且第二离合器5b完全闭合。

[0269] 此方法/过程将用于ICE在主离合器3接合的情况下运行并且第二电动机4b能够在第二离合器5b上向输出轴6提供比在第一离合器5a上更高的扭矩的情况。这通常将是在更高挡位中的情况,但是由于大部分驱动发生在更高挡位中,所以这将是非常普遍和常用的方法/过程。

[0270] VII. 改变来自道路或交通缓慢加速/减速的负载

[0271] 而且,当以纯电动模式驱动时,重要的是尽可能多地提高效率,因为这给出了更长的电气范围,并且替代方案是投资更大的电池组。至少当扭矩需求低达一段时间时,将使用纯电动模式。这可以是在缓慢移动的交通、缓慢加速、减速或在相对平坦但小倾斜度的上坡或下坡的道路中。这种策略在低速和中速下特别有用。

[0272] 在这种情况下,通常最佳的将是,第一电动机4a在输入轴1上运行,并且第二电动机4b与输出轴6旋转接合地运行(第二离合器5b闭合)。例如,第一电动机4a可以在给出最高可能机械输出的挡位中运行,而没有任何换挡动作延迟扭矩响应。同时,第二电动机4b可以低得多的转速运行连接到输出轴6,从而对于低扭矩驱动情况提供非常好的效率。这已经证明对于使用一个电动机用于前轮且一个电动机用于后轮的电动汽车是非常有效的策略。通过本发明的动力系统,现在结合变速器2来实现这一点。

[0273] VIII. 负扭矩降挡

[0274] 负扭矩降挡控制方法/过程的描述:

[0275] 1. 第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合(接合),并且第二离合器5b打开(分离)。

[0276] 2. 第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩。至少第一离合器5a正在滑动。通过接合滑动的第二离合器5b将扭矩传递到从动轮8。

[0277] 3. 使高速挡脱离接合。

[0278] 4. 通过第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩高于主离合器3中的扭矩而增加输入轴1的速度。主离合器3正在滑动。应注意,本发明的动力系具有显著的有利效果,因为第二电动机4b可以在输出轴6处提供负扭矩,而第一电动机4a可以将输入轴1快速加速到期望的转速,并且以这种方式使得换挡尽可能快。

[0279] 5. 当输入轴1的速度与新的较低挡位同步并且第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩时,接合新的较低挡位。

[0280] 6. 在主离合器3中建立来自ICE的目标负扭矩。

[0281] IX. 负扭矩升挡

[0282] 负扭矩升挡控制方法/过程的描述:

[0283] 1. 第一电动机4a和第二电动机4b与变速器2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合(接合),并且第二离合器5b打开(分离)。

[0284] 2. 第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩。至少第一离合器5a正在滑动。通过接合滑动的第二离合器5b将扭矩传递到从动轮8。

[0285] 3. 使低速挡脱离接合。

[0286] 4. 通过第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩高于主离合器3中的扭矩而减小输入轴1的速度。应注意,本发明的动力系统具有显著的有利效果,因为第二电动机4b可以在输出轴6处提供负扭矩,而第一电动机可以使输入轴1快速减速到期望的转速,并且以这种方式使得换挡尽可能快。

[0287] 5. 当输入轴1的速度与新的较高挡位同步并且第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于主离合器3中的扭矩时,接合新的较高挡位。

[0288] 6. 在主离合器3中建立来自ICE的目标负扭矩。

[0289] 基于上述公开内容,很明显,本发明的动力系统提供了许多有利的效果。

[0290] 虽然通过使用以ICE为特征的本发明的动力系统描述了上述方法/过程,但是应注意,上述方法中的许多方法及其优点也适用于不具有ICE的本发明的动力系统的实施方式。上述正扭矩升挡I例如可以通过以下步骤来执行:

[0291] 1. 第一电动机4a和第二电动机4b与齿轮箱2的输入轴1旋转接合地运行。第一离合器5a闭合,并且第二离合器5b打开。

[0292] 2. 第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于输入轴1中的扭矩。(至少第一离合器5a正在滑动)。通过接合滑动的第二离合器5b将扭矩传递到从动轮8(经由输出轴6)。应注意,由于来自第二电动机4b的扭矩,第二离合器5b中的扭矩通常将高于第一离合器5a中的扭矩,并且当在速度上制动第二电动机4b时,使用第二电动机4b中的动能。

[0293] 3. 使低速挡脱离接合。

[0294] 4. 由于第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩高于输入轴1中的扭矩,所以减小

输入轴1的转速。

[0295] 5.当输入轴1的转速与新的更高挡位同步并且第一电动机4a和第一离合器5a中的扭矩被控制为等于输入轴1中的扭矩时,可以执行步骤6。

[0296] 6.接合新的更高挡位。应注意,第二离合器5b中的扭矩通常高于第一离合器5a中的扭矩,因为当在速度上制动第二电动机4b时,使用来自第二电动机4b的扭矩和第二电动机4b中的动能。

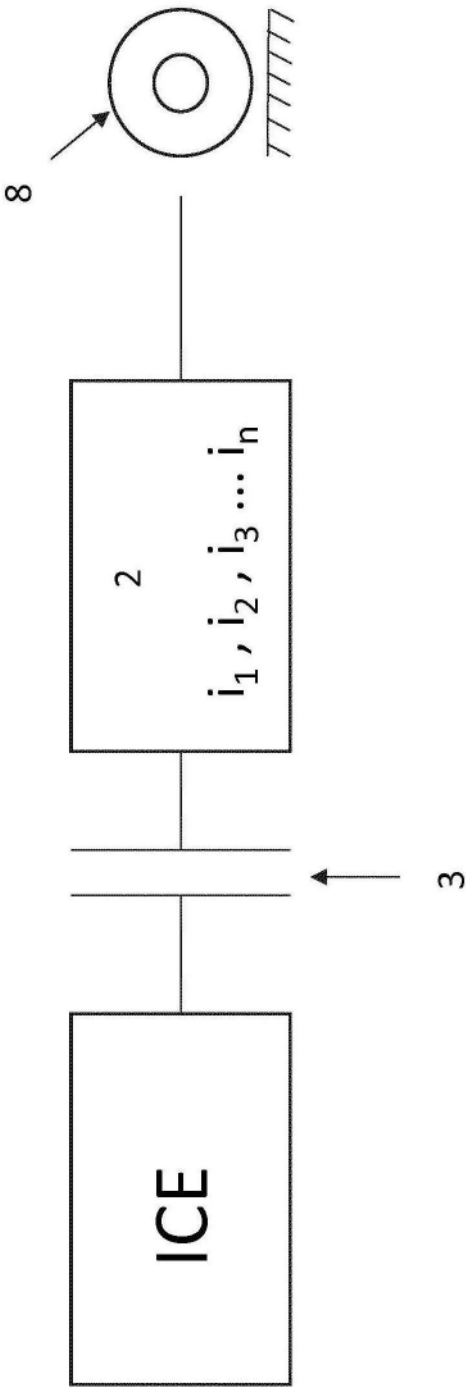


图1

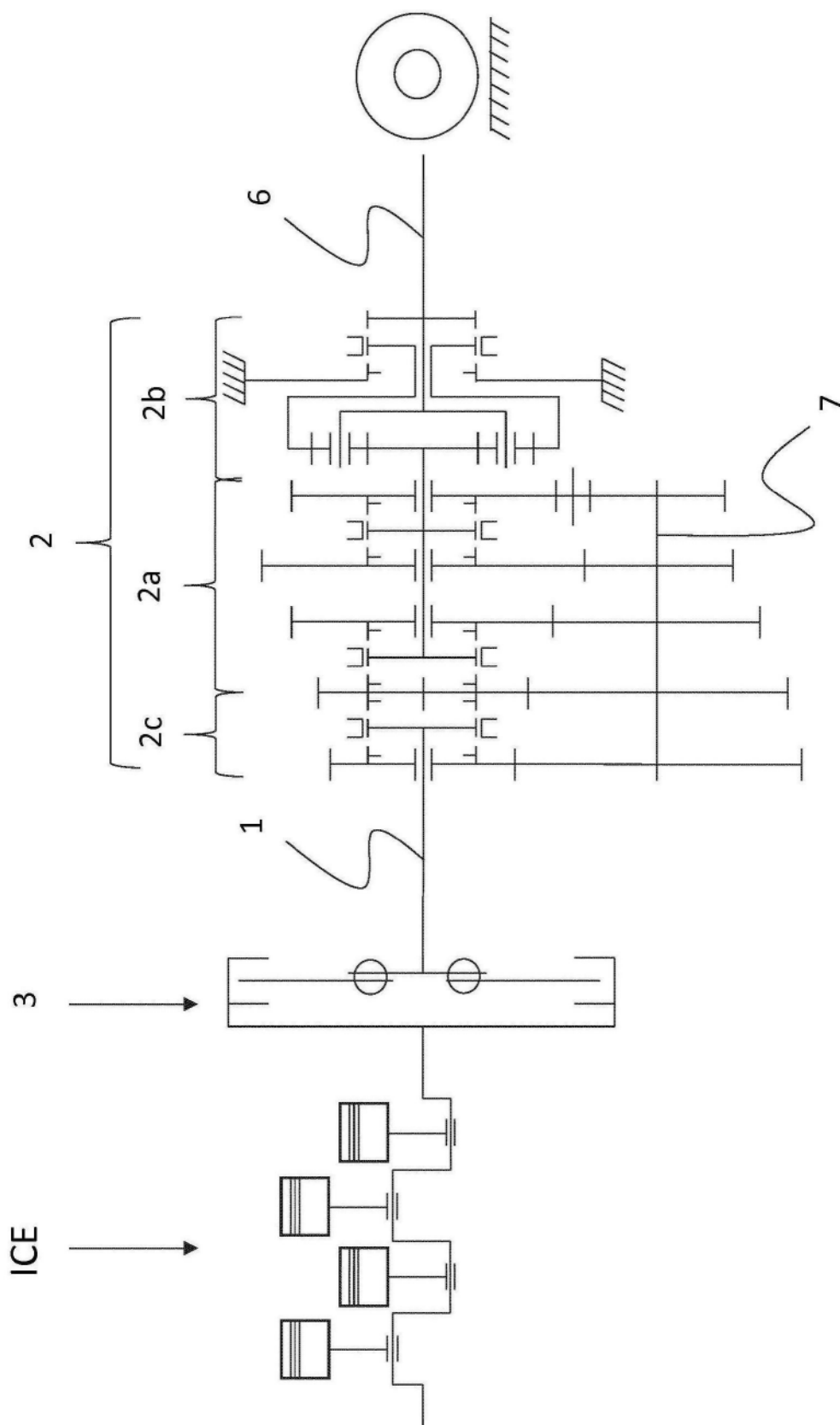


图2

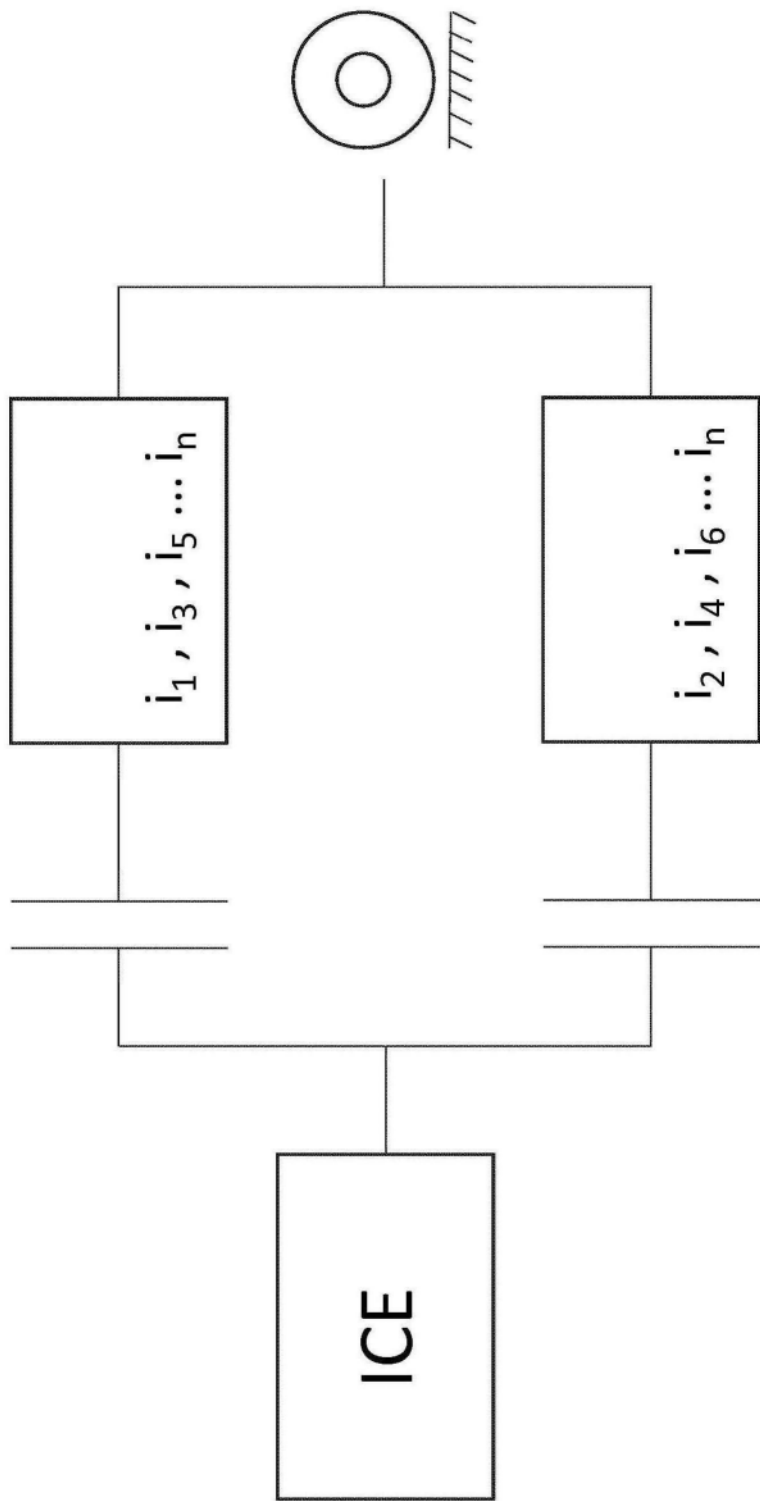


图3

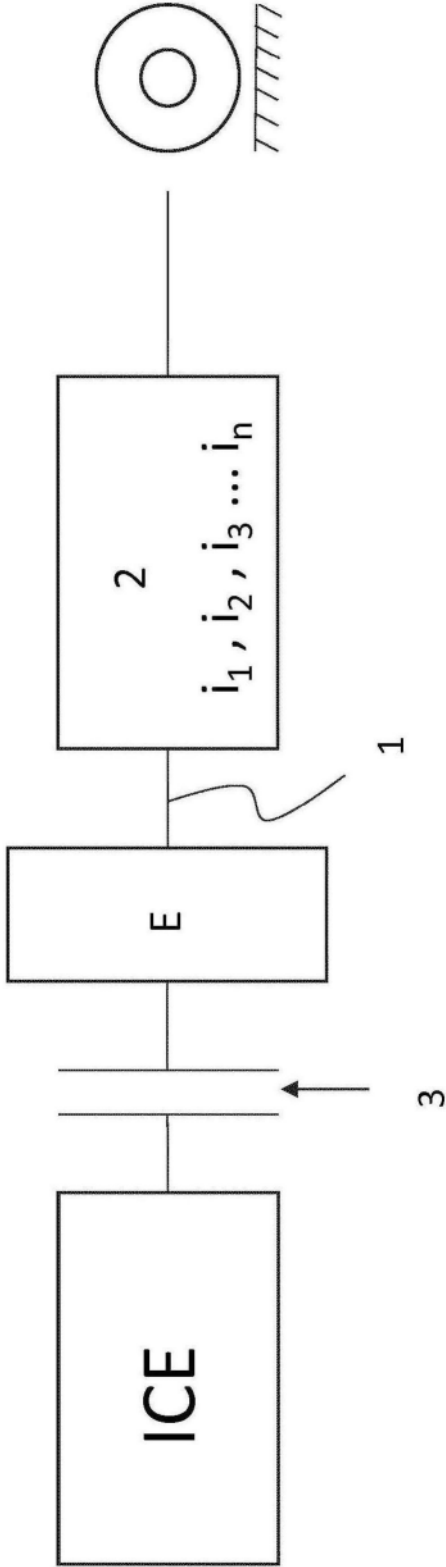


图4

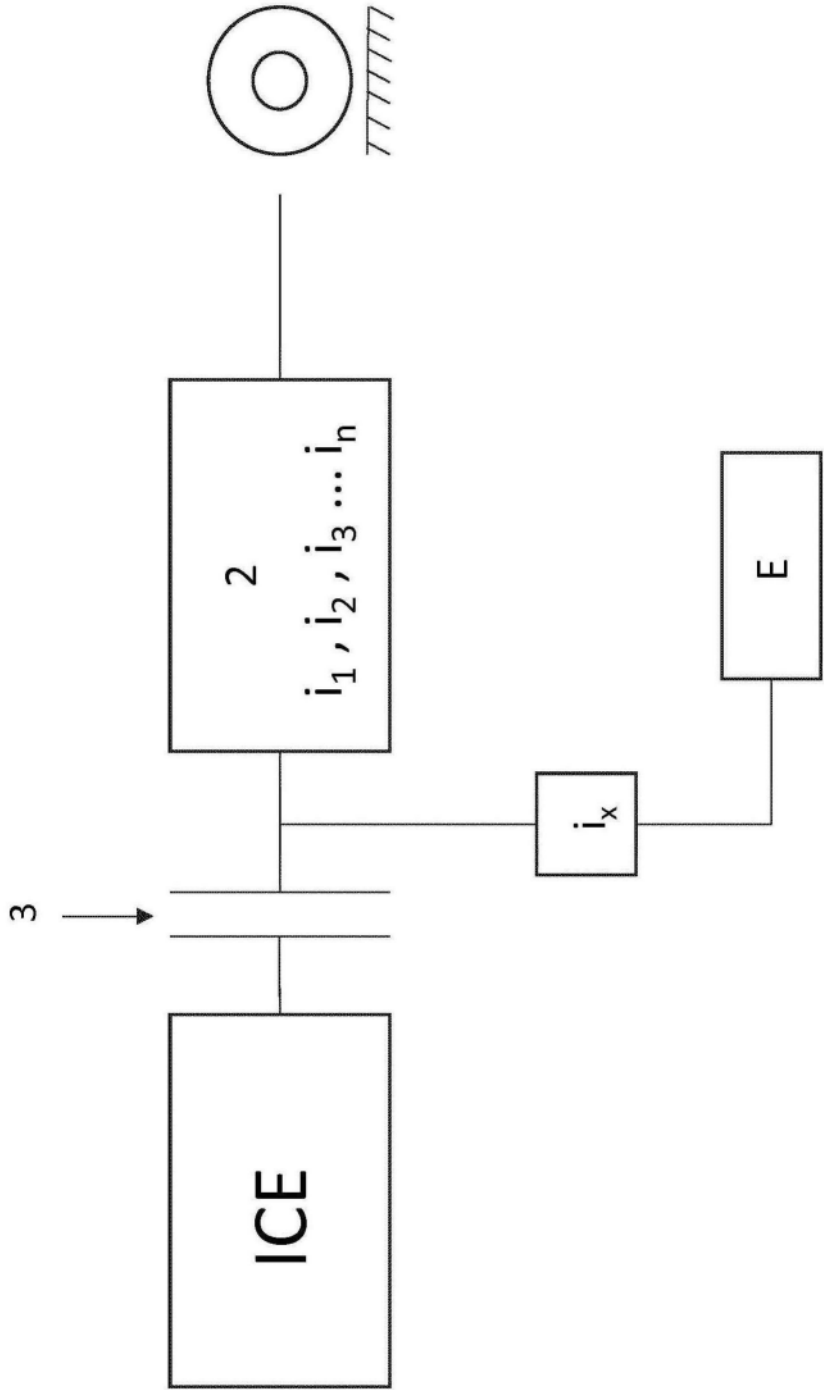


图5

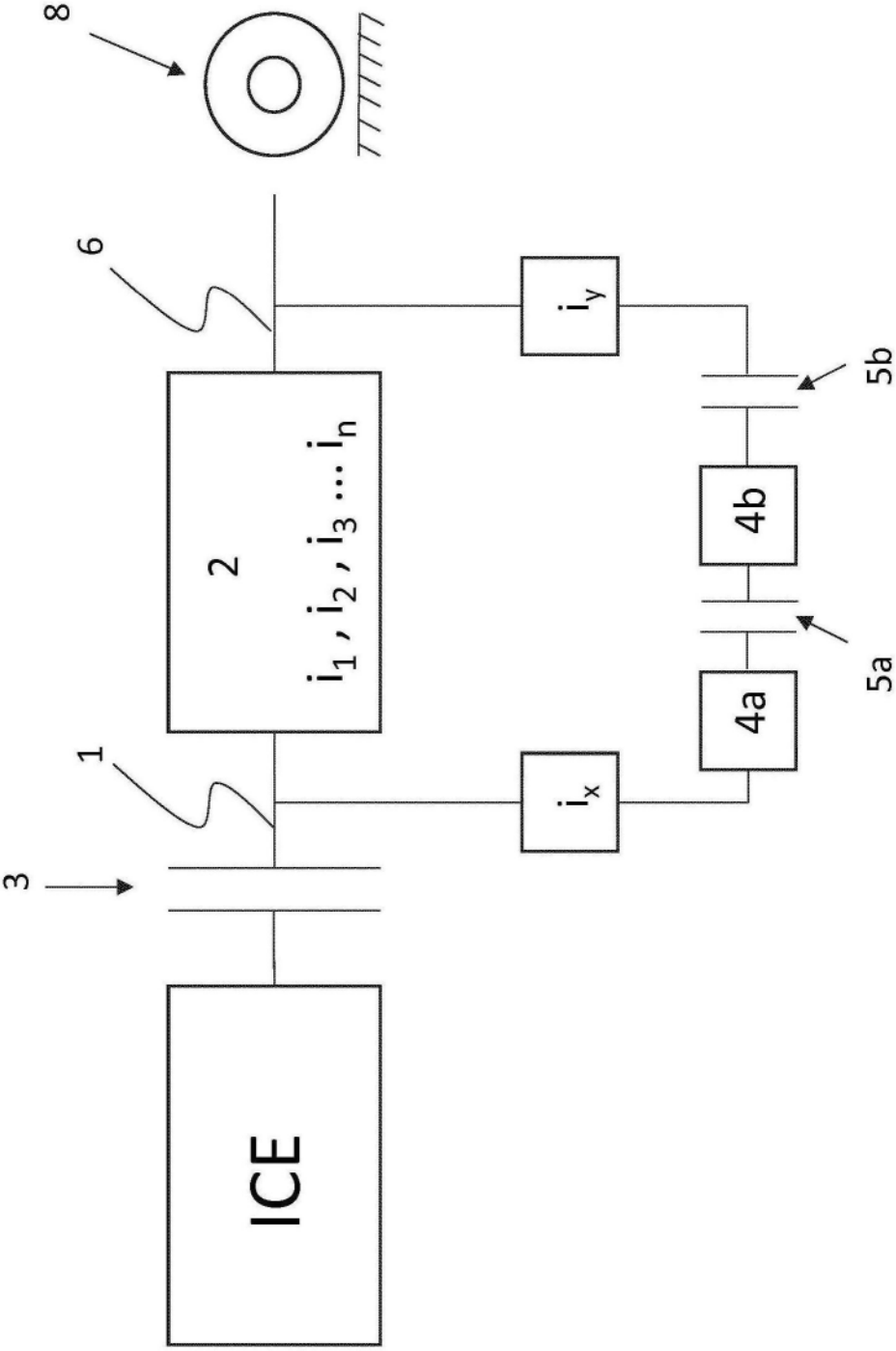


图6

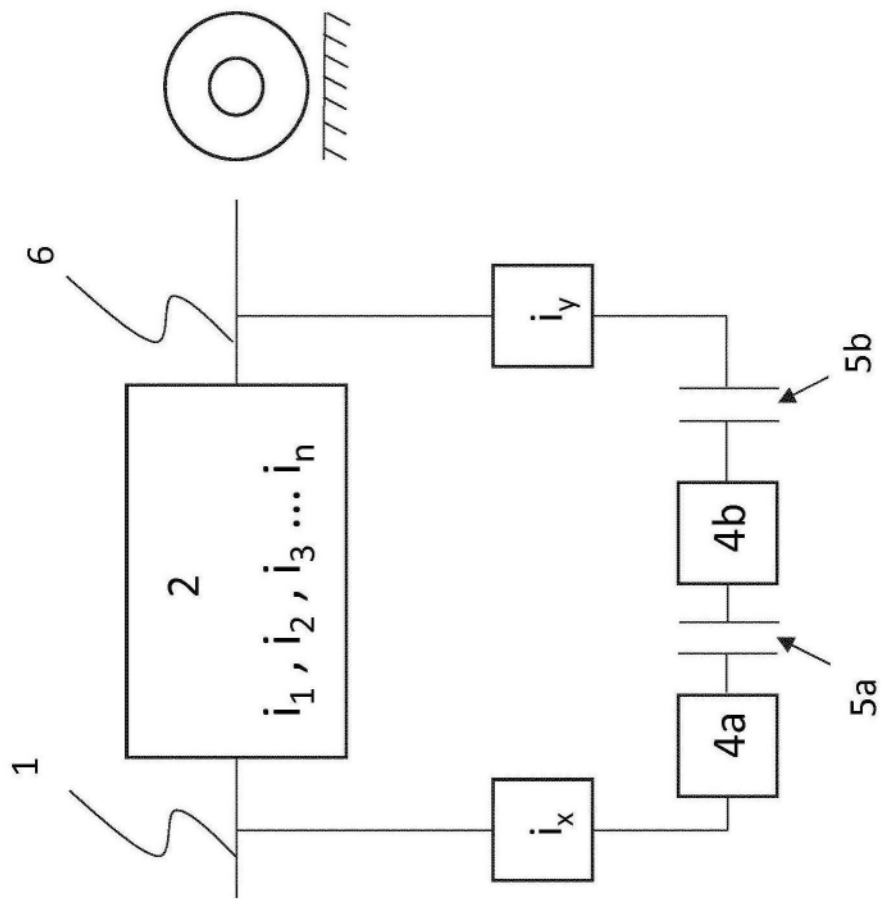


图7

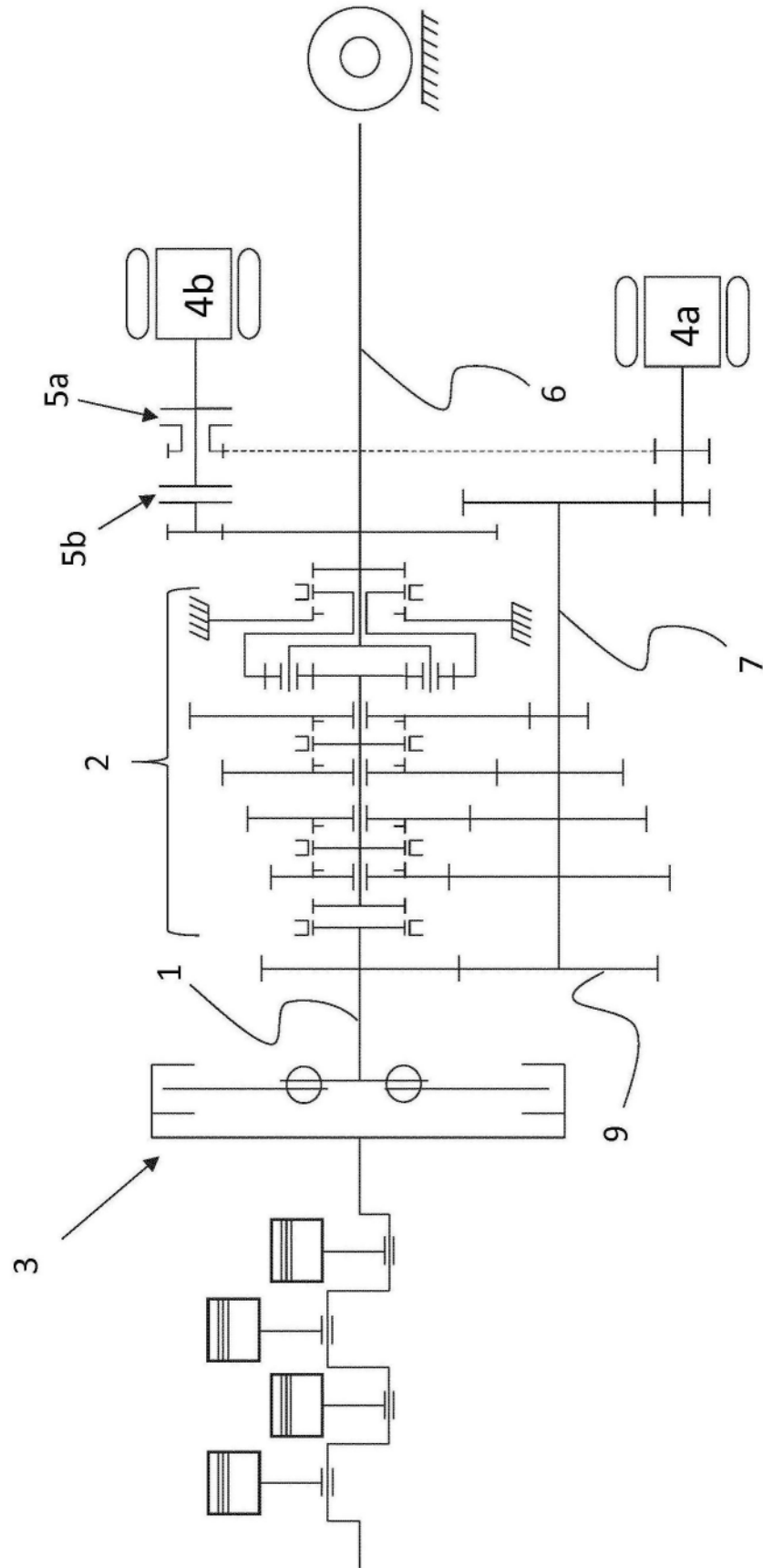


图9

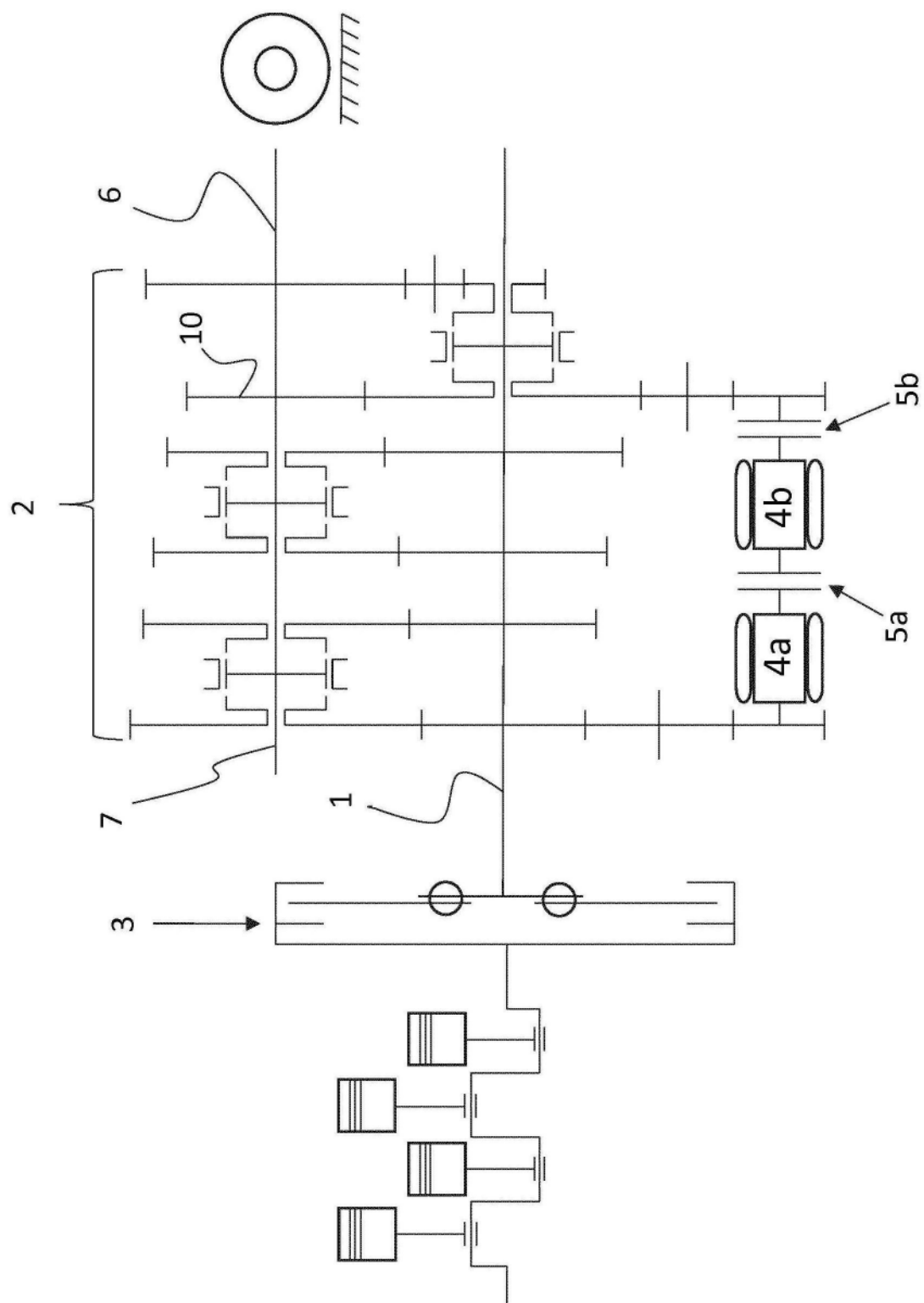


图10

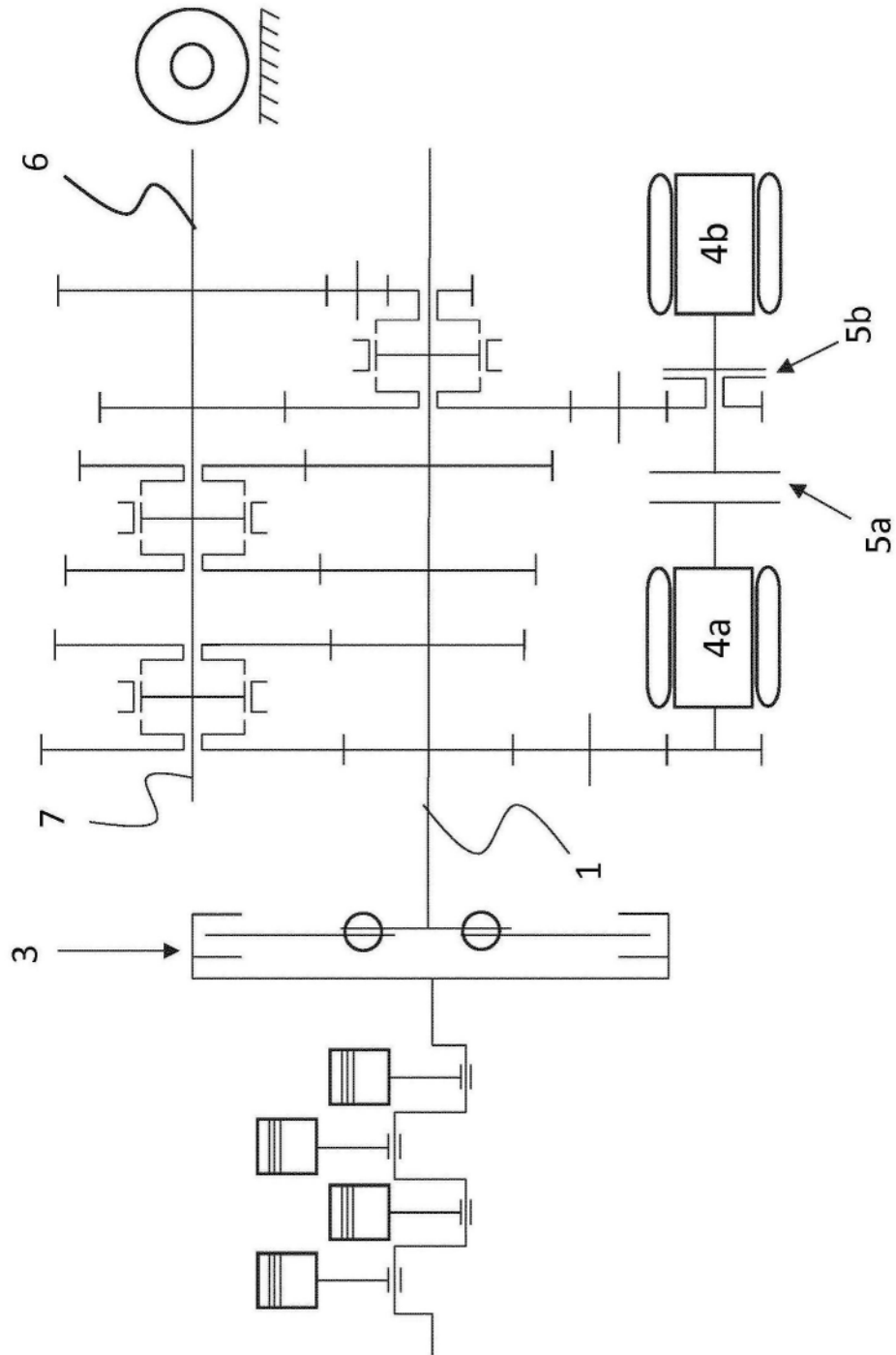


图11

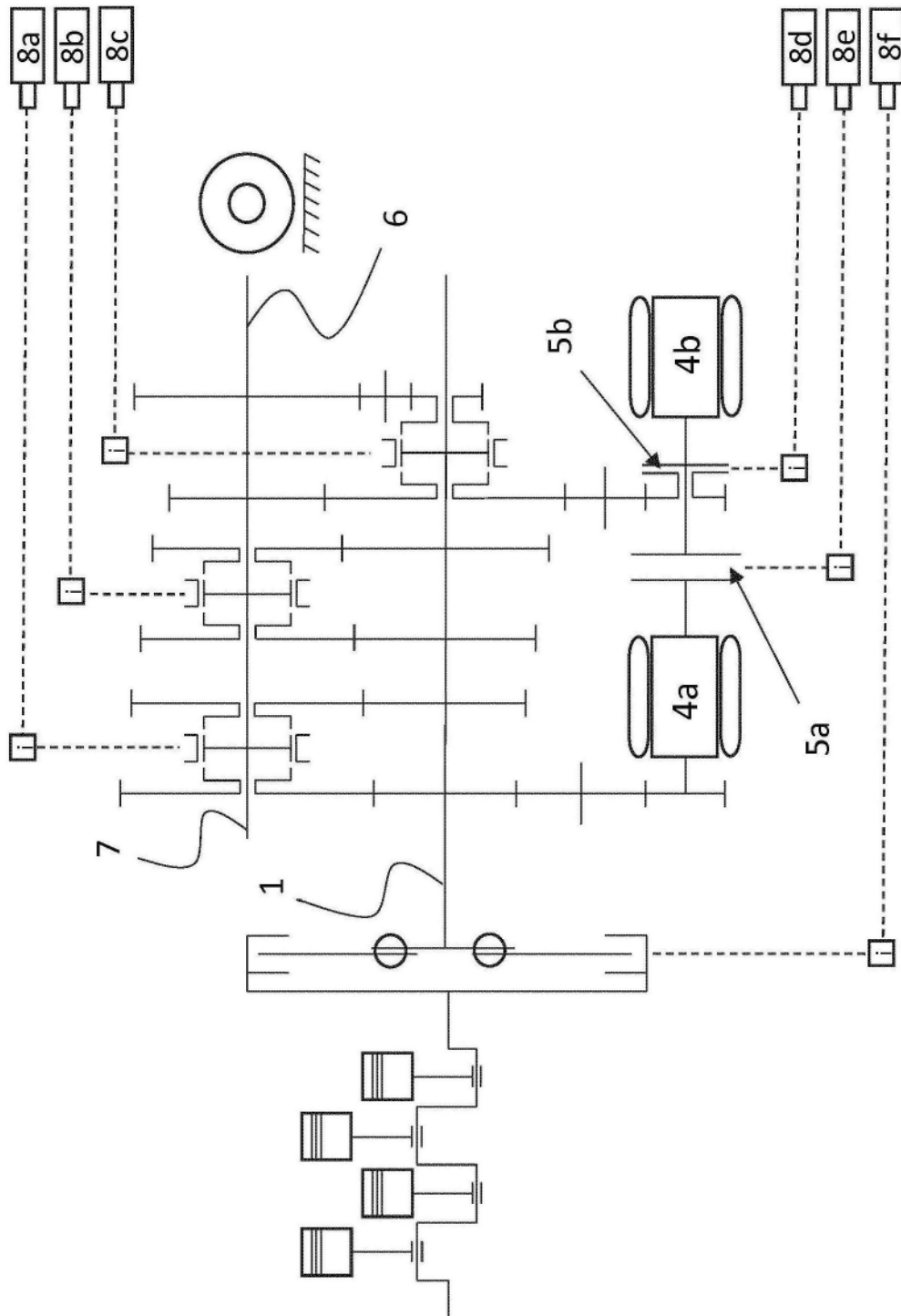


图12

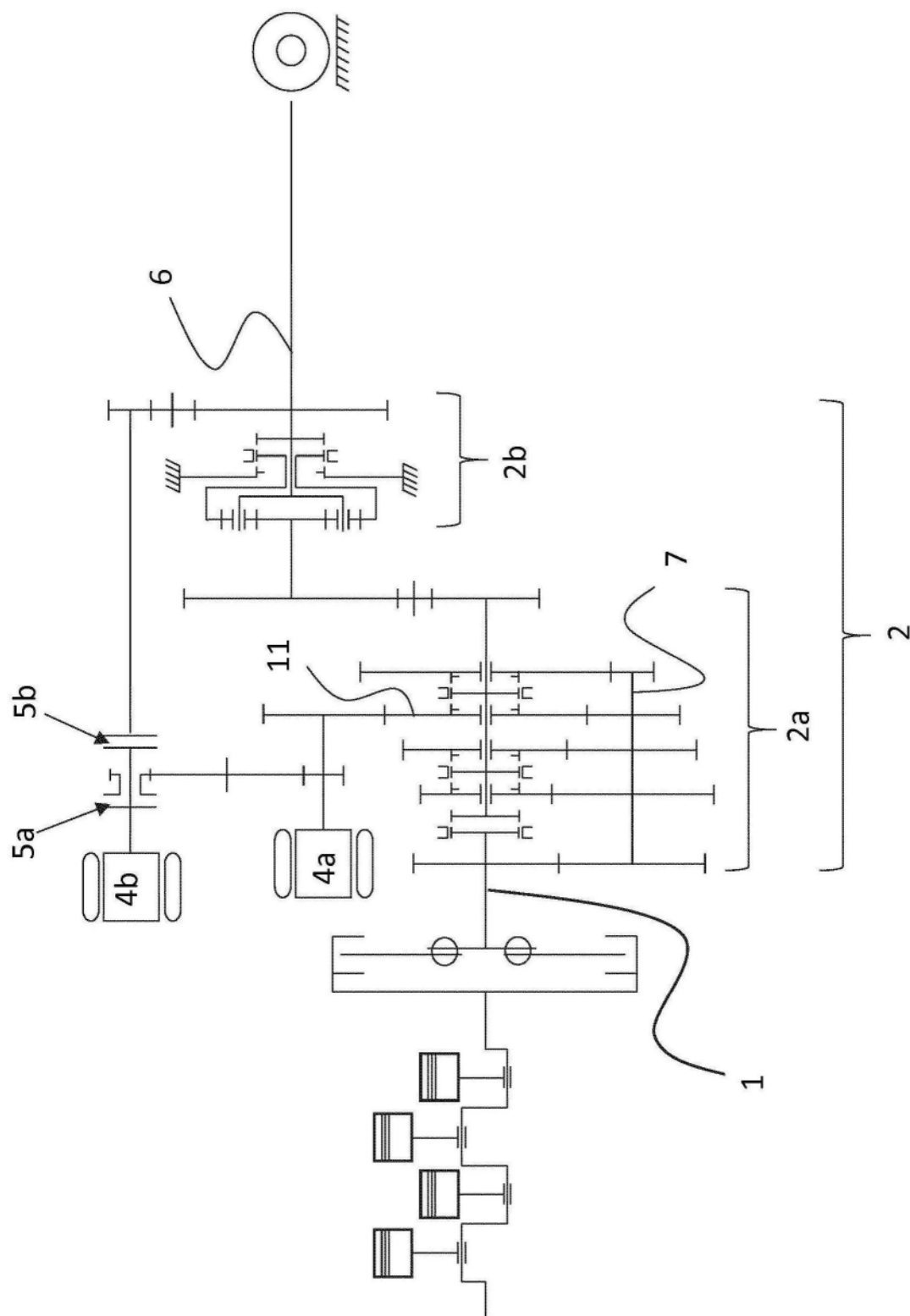


图13

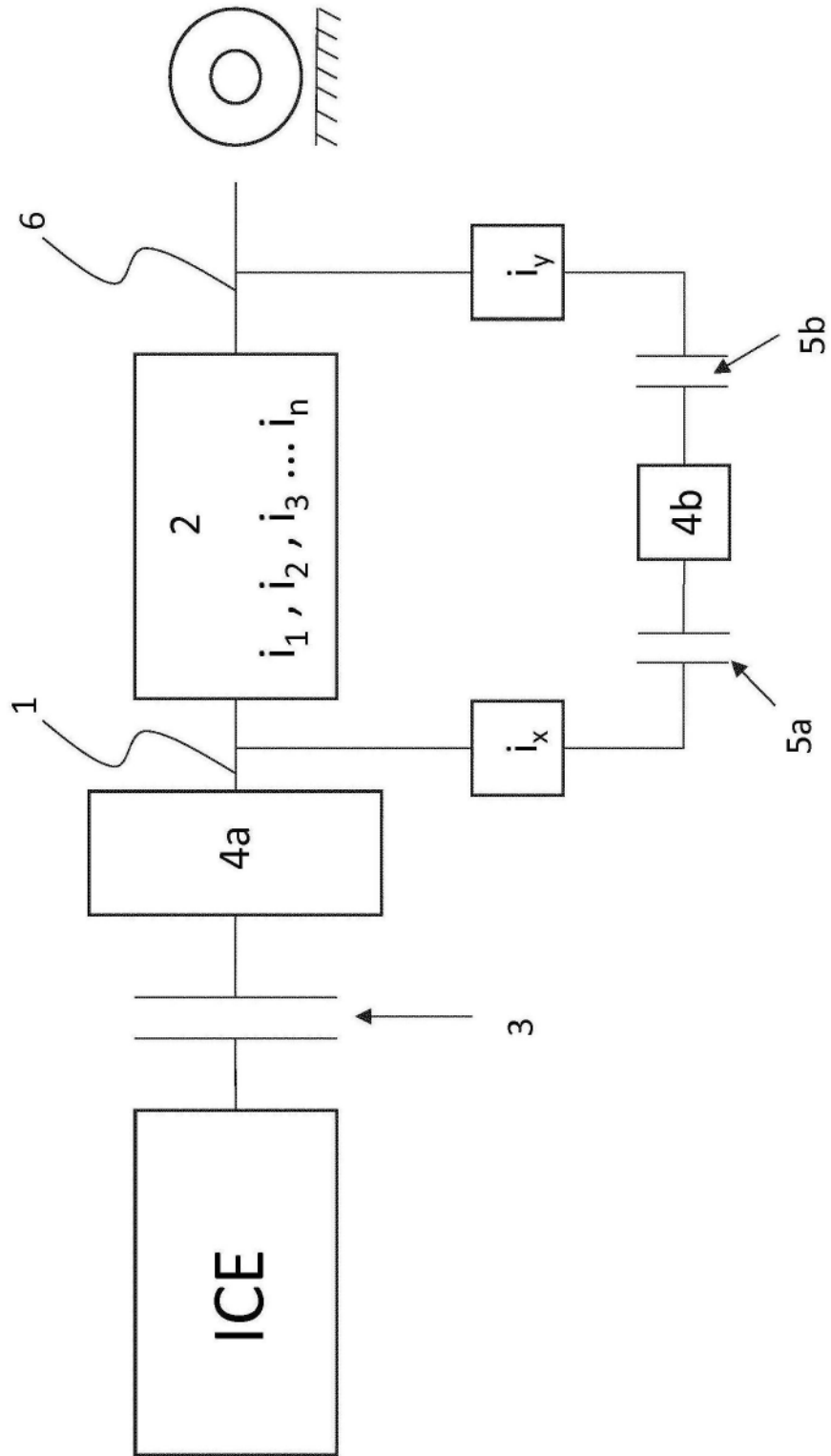


图14

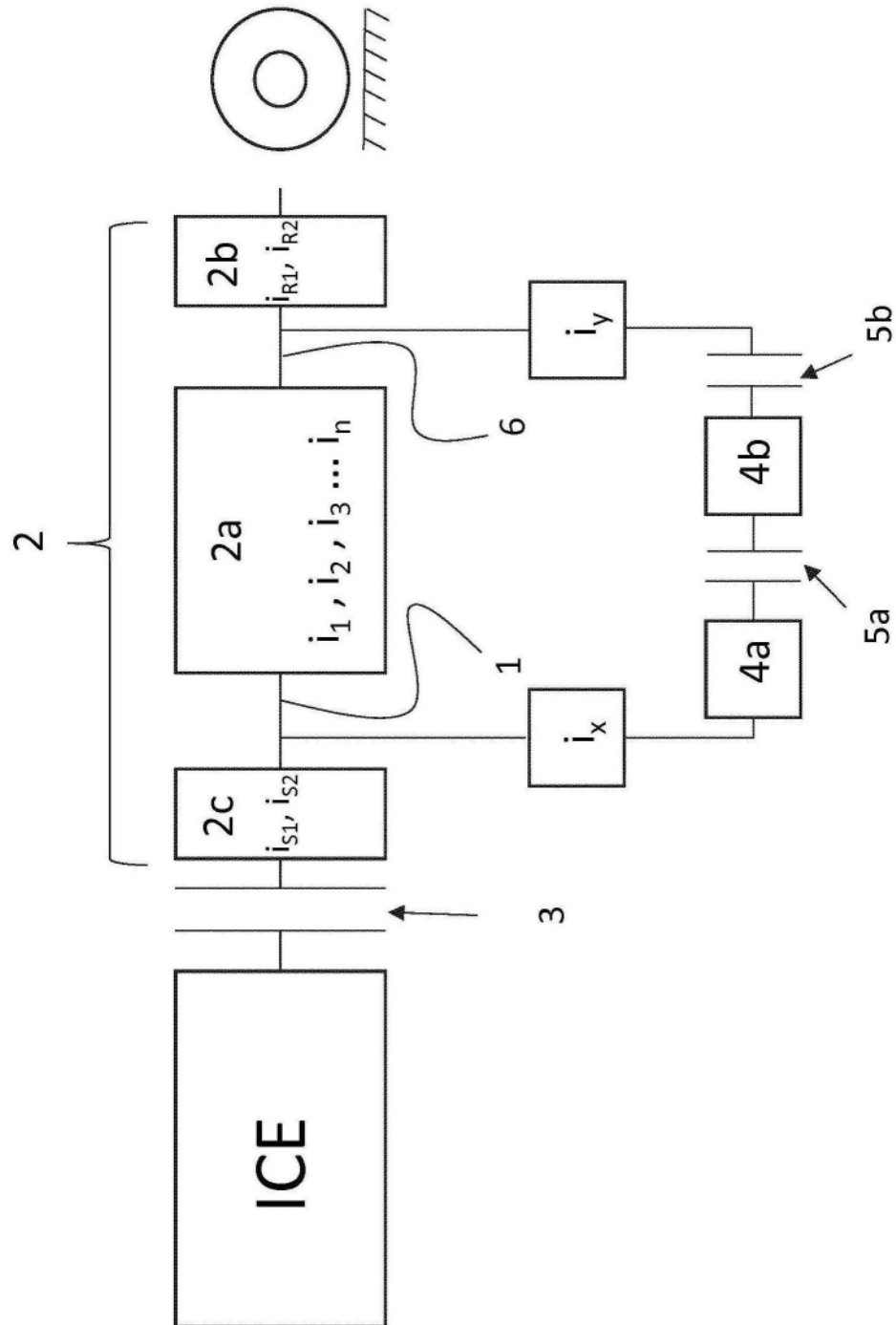


图15

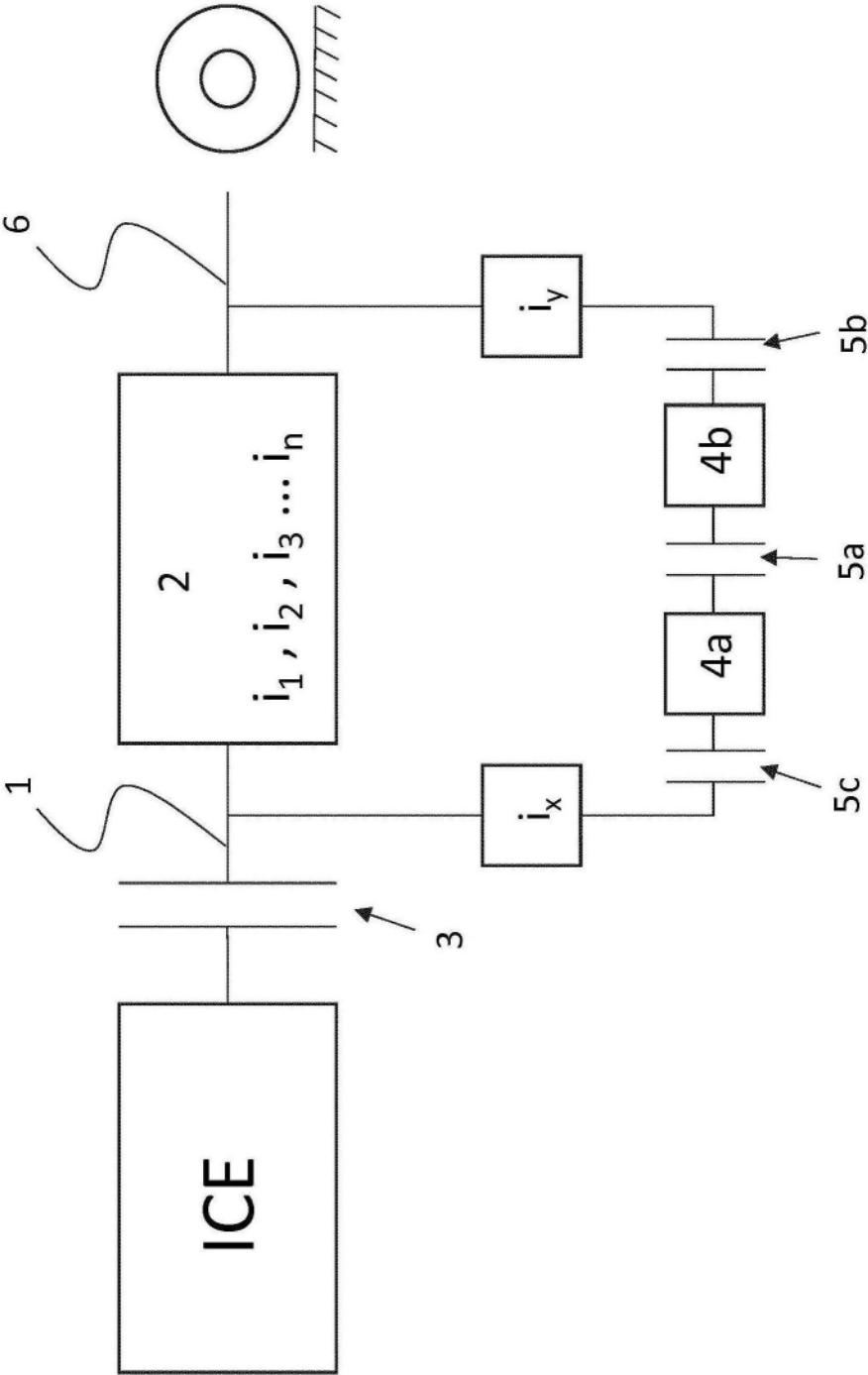


图16

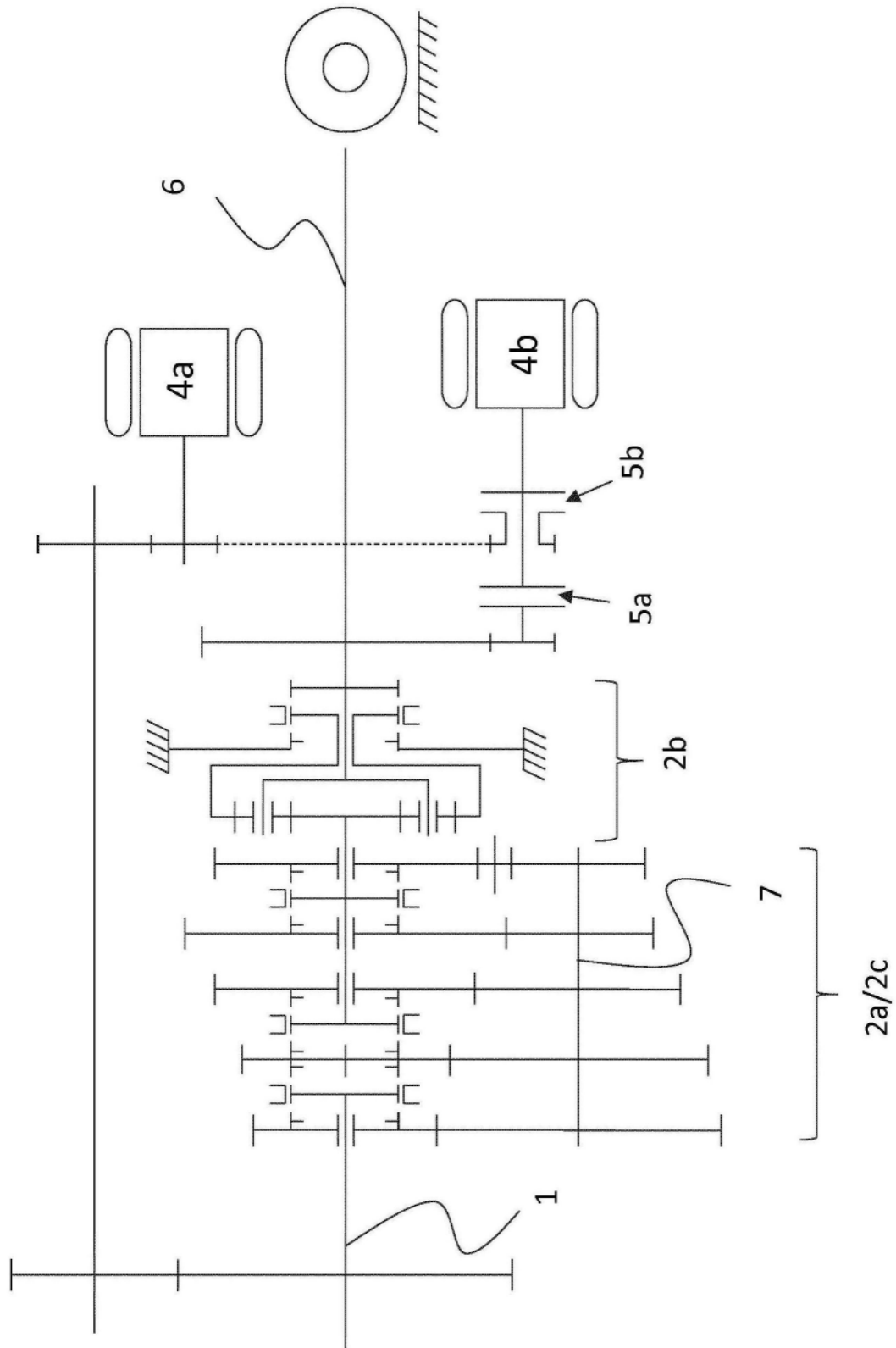


图17

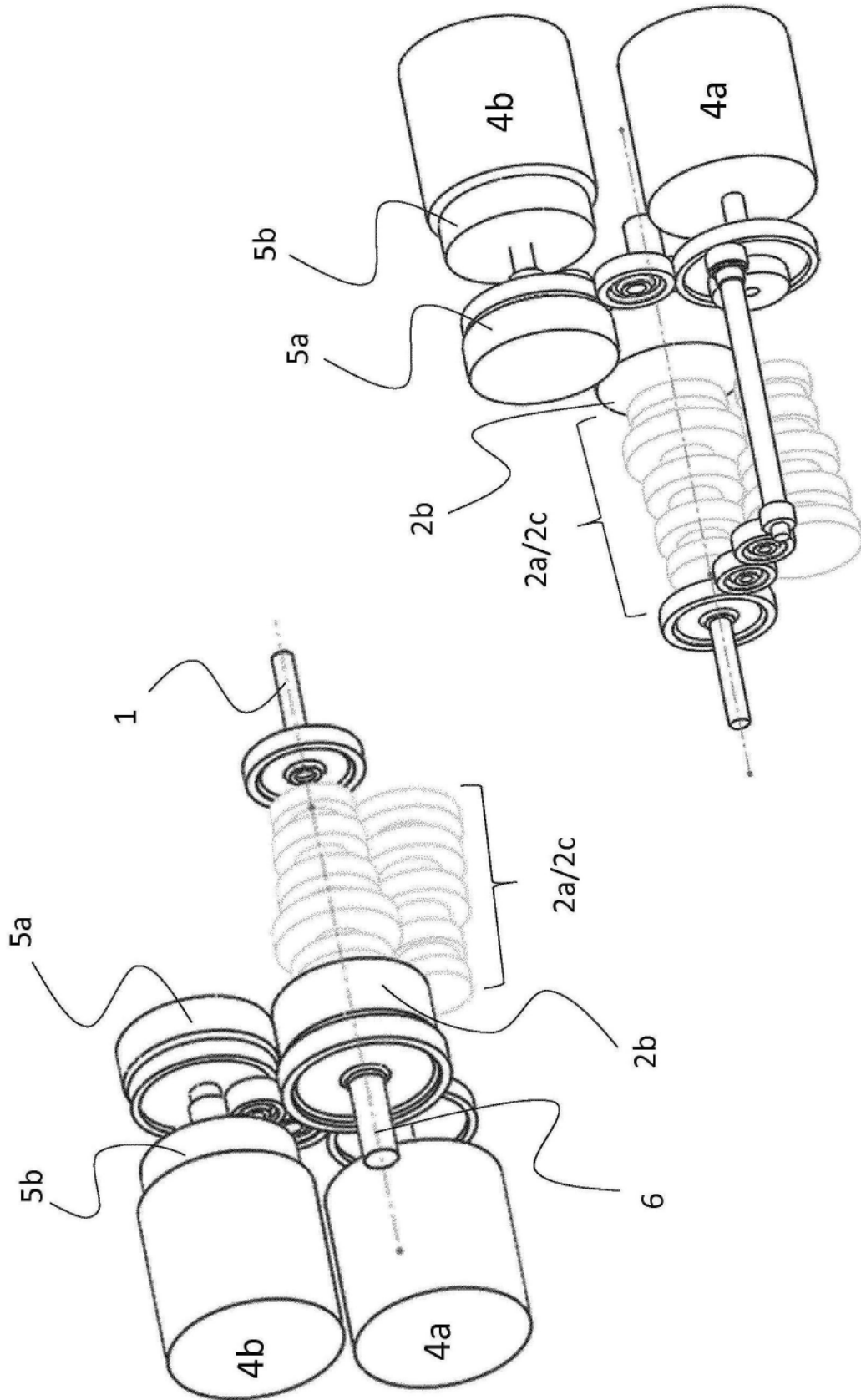


图18

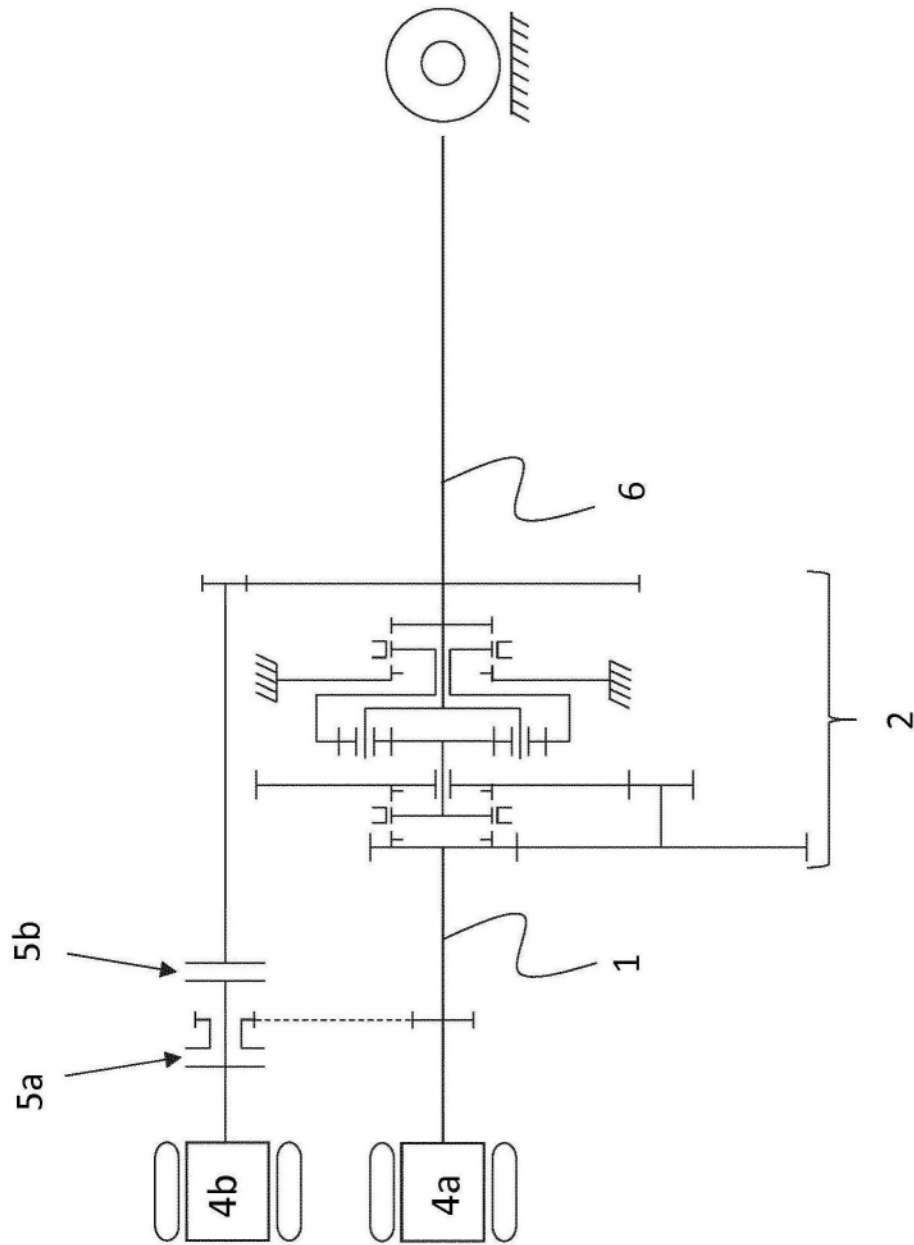


图19

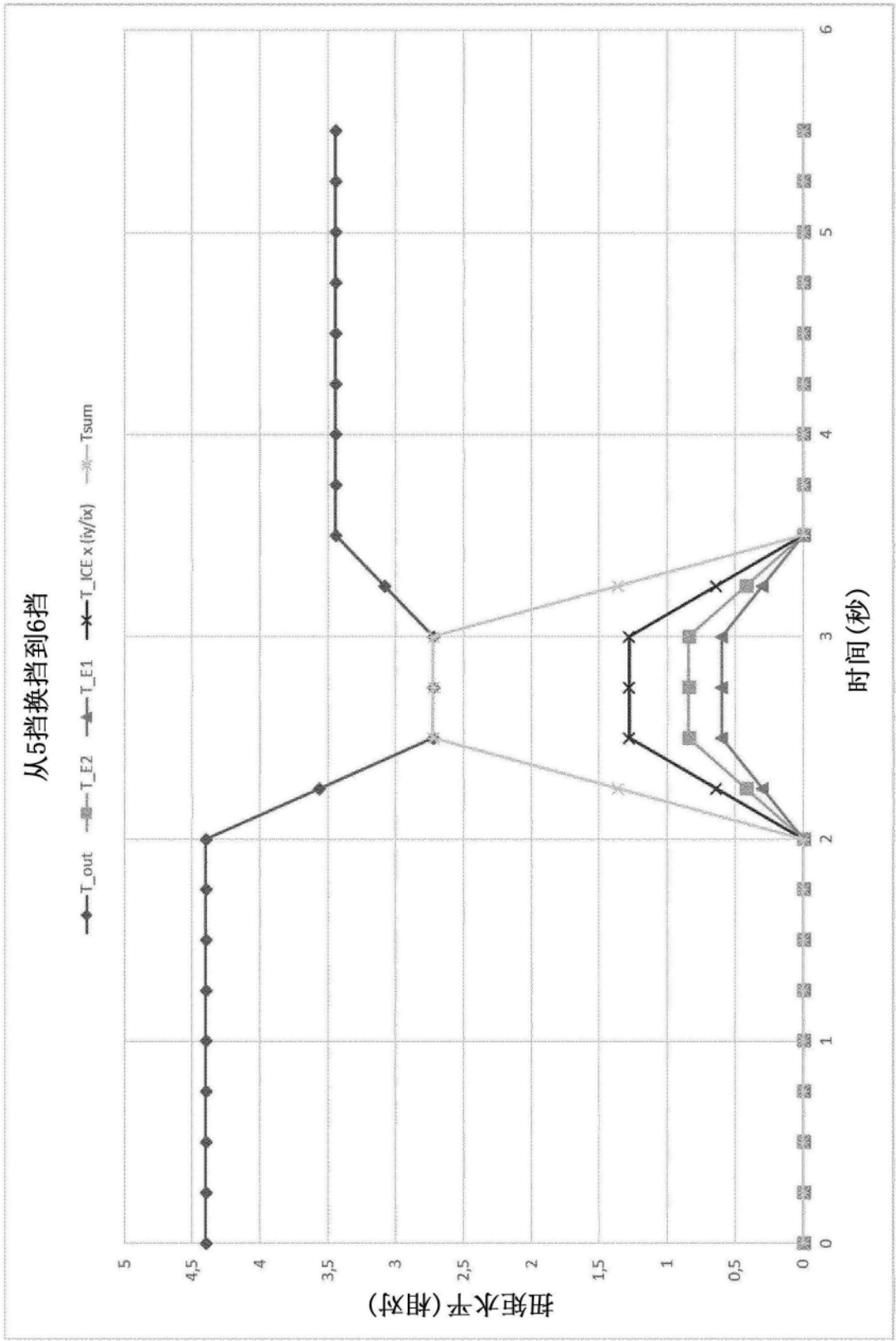


图20

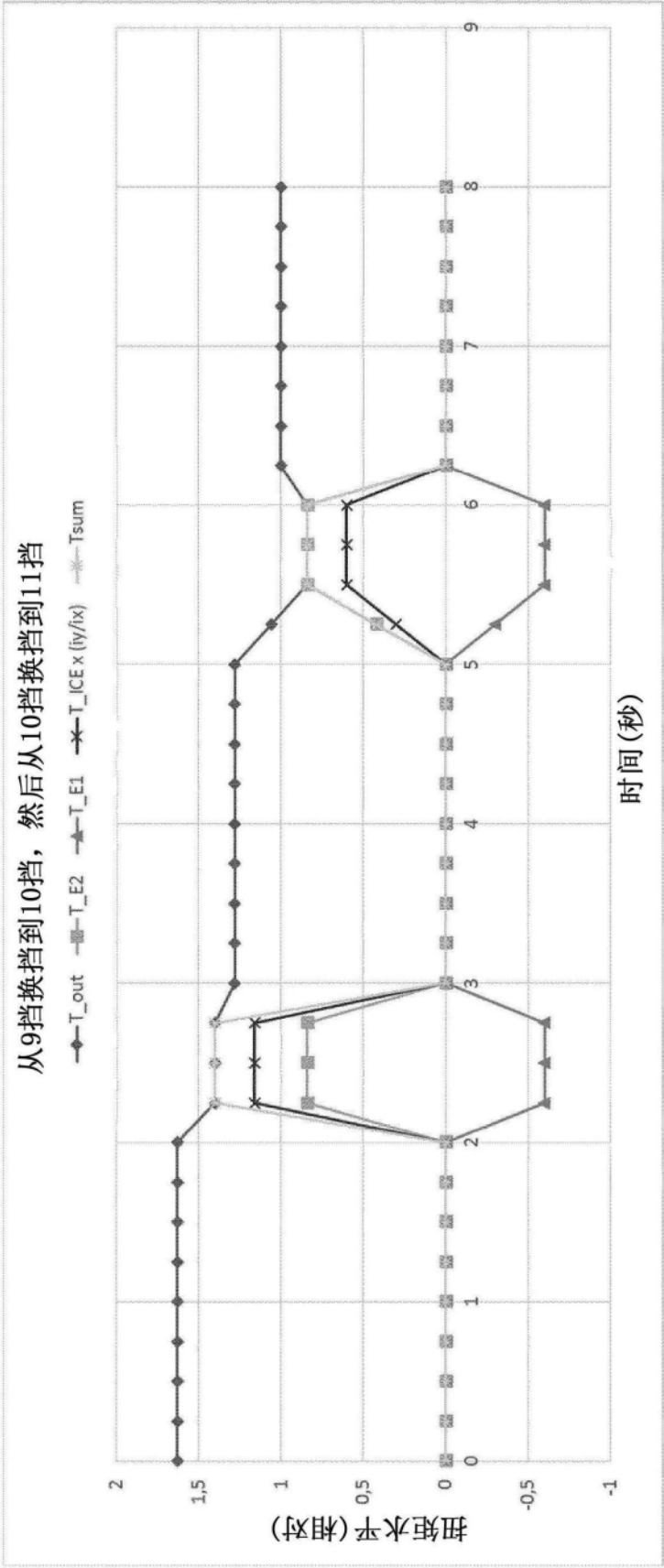


图21