



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105246728 B

(45)授权公告日 2017.12.26

(21)申请号 201480030293.6

(22)申请日 2014.03.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105246728 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(30)优先权数据
1350392-5 2013.03.27 SE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.11.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/SE2014/050335 2014.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/158074 EN 2014.10.02

(73)专利权人 斯堪尼亚商用车有限公司
地址 瑞典南泰利耶

(72)发明人 J·林德斯特伦 M·比约克曼
N·彼得松 M·贝里奎斯特

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李隆涛

(51)Int.Cl.
B60K 6/365(2007.10)
B60K 1/02(2006.01)
B60K 6/445(2007.01)
B60K 6/547(2007.01)
B60W 10/08(2006.01)
F16H 3/091(2006.01)
F16H 3/72(2006.01)
B60K 6/40(2007.01)
B60W 20/00(2016.01)

审查员 张纵纵

权利要求书2页 说明书15页 附图4页

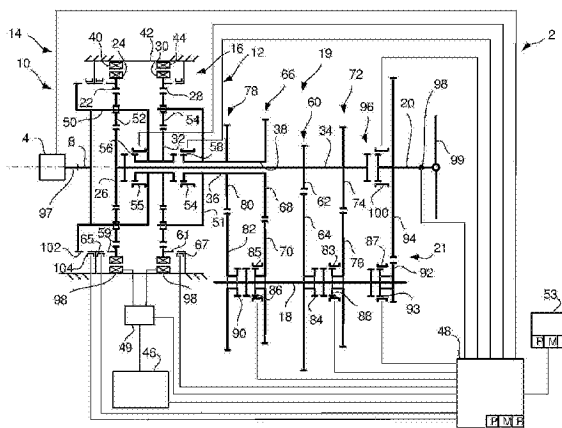
(54)发明名称

用于混合式传动系的变速箱和控制所述变速箱的方法

(57)摘要

本发明涉及一种变速箱,包括:输入轴(8)和输出轴(20);被连接到输入轴(8)的第一行星齿轮系(10);被连接到第一行星齿轮系(10)的第二行星齿轮系(12);被连接到第一行星齿轮系(10)的第一电机(14);被连接到第二行星齿轮系(12)的第二电机(16);设置在第一行星齿轮系(10)和输出轴(20)之间的第一齿轮对(60);以及设置在第二行星齿轮系(12)和输出轴(20)之间的第二齿轮对(66)。侧轴(18)设置在相关第一和第二行星齿轮系(10、12)和输出轴(20)之间;侧轴(18)连接到输出轴(20)通过末级齿轮(21);并且末级齿轮(21)包括齿轮元件(92),齿轮元件以允许其被解除接合的方式设置在侧轴(18)处。本发明也涉及包括所述变速箱(2)的车辆(1)和控制所述变速箱(2)的方法。本发明也涉及控制变速箱的计算机程序(P)和计算机程序制品,所述计算机

程序制品包括用于电子控制单元(48)或另一计算机(53)以实施根据本发明的方法的程序代码。



1. 一种变速箱,其包括:输入轴(8)和输出轴(20);被连接到输入轴(8)的第一行星齿轮系(10);被连接到第一行星齿轮系(10)的第二行星齿轮系(12);被连接到第一行星齿轮系(10)的第一电机(14);被连接到第二行星齿轮系(12)的第二电机(16);设置在第一行星齿轮系(10)和输出轴(20)之间的第一齿轮对(60);设置在第二行星齿轮系(12)和输出轴(20)之间的第二齿轮对(66);被连接到第一行星齿轮系(10)的第一主轴(34);被连接到第二行星齿轮系(12)的第二主轴(36);以及

侧轴(18)设置在相应第一和第二行星齿轮系(10、12)和输出轴(20)之间,其中第二行星齿轮系(12)处的第二行星齿轮架(51)连接到第二主轴(36),第一齿轮对(60)设置在第一主轴(34)和侧轴(18)处,以及第二齿轮对(66)设置在第二主轴(36)和侧轴(18)处;其特征在于,

第一行星齿轮系(10)的第一行星齿轮架(50)连接到第二行星齿轮系(12)的第二太阳齿轮(32);

第一行星齿轮系(10)的第一太阳齿轮(26)连接到第一主轴(34);

输入轴(8)连接到第一行星齿轮架(50);

侧轴(18)通过末级齿轮(21)连接到输出轴(20);且

末级齿轮(21)包括齿轮元件(92),所述齿轮元件以允许其被接合和解除接合的方式设置在侧轴(18)处。

2. 根据权利要求1所述的变速箱,其特征在于,

耦连机构(96)设置在第一主轴(34)和输出轴(20)之间。

3. 根据权利要求1或2所述的变速箱,其特征在于,

第一齿轮对(60)包括彼此相互作用的第一嵌齿轮驱动件(62)和第一嵌齿轮(64),所述第一嵌齿轮驱动件(62)与第一主轴(34)以相对固定的关系设置,且所述第一嵌齿轮(64)设置在侧轴(18)处以使其能够被接合和解除接合;以及

第二齿轮对(66)包括彼此相互作用的第二嵌齿轮驱动件(68)和第二嵌齿轮(70),所述第二嵌齿轮驱动件(68)与第二主轴(36)以相对固定的关系设置,且所述第二嵌齿轮(70)设置在侧轴(18)处以使得所述第二嵌齿轮可以被接合和解除接合。

4. 根据权利要求3所述的变速箱,其特征在于,所述变速箱还包括:

设置在第一行星齿轮系(10)和输出轴(20)之间的第三齿轮对(72),所述第三齿轮对(72)包括彼此相互作用的第三嵌齿轮驱动件(74)和第三嵌齿轮(76),所述第三嵌齿轮驱动件(74)与第一主轴(34)以相对固定的关系设置,且所述第三嵌齿轮(76)设置在侧轴(18)处以使得所述第三嵌齿轮可以被接合和解除接合;以及

设置在第二行星齿轮系(12)和输出轴(20)之间的第四齿轮对(78),所述第四齿轮对(78)包括彼此相互作用的第四嵌齿轮驱动件(80)和第四嵌齿轮(82),所述第四嵌齿轮驱动件(80)与第二主轴(36)以相对固定的关系设置,且所述第四嵌齿轮(82)设置在侧轴(18)处,以使得所述第四嵌齿轮可以被接合和解除接合。

5. 根据权利要求1或2所述的变速箱,其特征在于,

齿轮元件(92)在侧轴(18)处设置有第五耦连元件(93),以允许齿轮元件被解除接合的方式设置。

6. 根据权利要求1或2所述的变速箱,其特征在于,

末级齿轮的齿轮元件是与第六嵌齿轮(94)相互作用的第五嵌齿轮(92),所述第六嵌齿轮以相对固定的关系设置在输出轴(20)处。

7. 根据权利要求3所述的变速箱,其特征在于,

在侧轴(18)处,第一和第二嵌齿轮(64、70)设置有第一和第二耦连元件(84、86),以使第一和第二嵌齿轮能够被接合和解除接合。

8. 根据权利要求4所述的变速箱,其特征在于,

在侧轴(18)处,第三和第四嵌齿轮(76、82)设置有第三和第四耦连元件(88、90),以使第三和第四嵌齿轮能够被接合和解除接合。

9. 根据权利要求1或2所述的变速箱,其特征在于,

第一电机(14)的第一转子(24)连接到第一行星齿轮系(10)的第一齿圈(22);以及

第二电机(16)的第二转子(30)连接到第二行星齿轮系(12)的第二齿圈(28)。

10. 根据权利要求1所述的变速箱,其特征在于,

第一耦连单元(56)设置成将第一太阳齿轮(26)以允许两者分开的方式连接到第一行星齿轮架(50);并且

第二耦连单元(58)设置成将第二太阳齿轮(32)以允许两者分开的方式连接到第二行星齿轮架(51)。

11. 根据权利要求10所述的变速箱,其特征在于,

第三耦连单元(59)设置成将第一行星齿轮系(10)的第一齿圈(22)以允许两者分开的方式连接到围绕齿轮外壳(2)的齿轮外壳(42);以及

第四耦连单元(61)设置成将第二行星齿轮系(12)的第二齿圈(28)以允许两者分开的方式连接到齿轮外壳(42)。

12. 一种车辆(1),其特征在于,其包括根据前述权利要求任一所述的变速箱(2)。

13. 一种控制变速箱(2)的方法,所述变速箱包括:输入轴(8)和输出轴(20);被连接到输入轴(8)的第一行星齿轮系(10);被连接到第一行星齿轮系(10)的第二行星齿轮系(12);被连接到第一行星齿轮系(10)的第一电机(14);被连接到第二行星齿轮系(12)的第二电机(16);设置在第一行星齿轮系(10)和输出轴(20)之间的第一齿轮对(60);以及设置在第二行星齿轮系(12)和输出轴(20)之间的第二齿轮对(66);以及设置在相应第一和第二行星齿轮系(10、12)和输出轴(20)之间的侧轴(18),其中第一主轴连接到第一行星齿轮系(10),并且第二主轴(36)连接到第二行星齿轮系(12),其中输入轴(8)连接到第一行星齿轮系(10)处的第一行星齿轮架(50);第一行星齿轮系(10)处的第一行星齿轮架(50)连接到第二行星齿轮系(12)处的第二太阳齿轮(32);第二行星齿轮系(12)处的第二行星齿轮架(51)连接到第二主轴(36);以及第一行星齿轮系(10)处的第一太阳齿轮(26)连接到第一主轴(34);以及其中第一齿轮对(60)设置在第一主轴(34)和侧轴(18)处,以及第二齿轮对(66)设置在第二主轴(36)和侧轴(18)处,

其特征在于,所述方法包括以下步骤:

a) 使设置在侧轴(18)处且通过末级齿轮(21)连接到输出轴(20)的齿轮元件(92)解除接合;

b) 通过第二齿轮对(66)将转矩从第二行星齿轮系(12)传递到侧轴(18);以及

c) 通过第一齿轮对(60)将转矩从侧轴(18)传递到输出轴(20)。

用于混合式传动系的变速箱和控制所述变速箱的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变速箱。本发明还涉及一种包括所述变速箱的车辆、一种用于控制所述变速箱的方法、一种用于控制所述变速箱的计算机程序、以及一种包括程序代码的计算机程序制品。

背景技术

[0002] 混合动力车辆能够由主要发动机和次要发动机驱动,所述主要发动机可以是燃烧发动机,所述次要发动机可以是电机。电机配备有至少一个用于存储电能的能量存储器、诸如电化学能量存储器,以及调节设备,以便调节电能可在能量存储器与电机之间的流动。电机能够取决于车辆的操作情形以这样的方式在作为发动机工作与作为发电机工作之间变换。当车辆制动时,电机产生电能,所述电能被存储在能量存储器中。这通常被称作“制动能量回收”,并且其导致车辆借助于电机和燃烧发动机制动。被存储的电能此后用于车辆的操作。

[0003] 行星齿轮系通常包括以允许彼此相对旋转的方式设置的三个部件。这些部件是太阳齿轮、行星齿轮架和齿圈。知晓太阳齿轮和齿圈上的齿数允许在操作期间确定三个部件的相对转速。行星齿轮系的各部件中的一个可以连接到燃烧发动机的输出轴。行星齿轮系的这个部件从而以等于燃烧发动机的输出轴转速的转速旋转。行星齿轮系的第二部件可以连接到变速箱的输入轴。行星齿轮系的这个部件从而以与变速箱的输入轴相同的转速旋转。行星齿轮系的第三部件连接到电机的转子,以便实现混合动力操作。行星齿轮系的这个部件从而以与电机的转子相同的转速旋转,如果它们被直接地连接到彼此。替代地,电机可以通过具有齿数比的变速装置连接到行星齿轮系的第三部件。在这种情况下,电机和行星齿轮系的第三部件可以以不同的转速旋转。由电机产生的转速和转矩中的至少一个可以以无极递增的方式调节。在操作期间,当要给予变速箱的输入轴期望的转速和转矩中的至少一个时,控制单元在给定燃烧发动机的转速的情况下计算转速第三部件必须被驱动的转速,以便给予变速箱的输入轴期望的转速。控制单元启动电机,从而使得所述电机将计算出的转速给予第三部件,并且从而将期望的转速给予变速箱的输入轴。

[0004] 通过使用行星齿轮系将燃烧发动机的输出轴、电机的转子以及变速箱的输入轴连接在一起,能够避免常规离合器机构。在车辆加速期间,增加的转矩将从燃烧发动机和电机被提供到变速箱并且继而提供到车辆的驱动轮。由于燃烧发动机和电机两者都连接到行星齿轮系,因此能够由燃烧发动机和电机提供的最大可能转矩将会受到这些驱动单元中的任何一个限制,这些驱动单元的最大转矩小于第二驱动单元的最大转矩,在此已将各驱动单元之间的齿数比考虑在内。在电机的最大转矩小于燃烧发动机的最大转矩的情况下,在此已将电机与燃烧发动机之间的齿数比考虑在内,电机将不能向行星齿轮系产生足够大的反作用转矩,以及这导致燃烧发动机不能将其最高转矩传递到变速箱并且继而传递到车辆的驱动轮。能够被传递到变速箱的最高转矩以这样的方式受到电机的功率限制。这还通过被称为“行星公式”的公式而明确。

[0005] 常规离合器将变速箱的输入轴从燃烧发动机断开连接,同时换挡过程在变速箱中进行,存在与使用常规离合器有关的缺点,诸如加热离合器片,这导致离合器片磨损并且导致油耗增加。此外,常规离合器机构相对沉重并且昂贵。以及,常规离合器机构在车辆中占据相对较大空间。

[0006] 专利文献EP-B1-1126987揭示了一种具有双行星齿轮系的变速箱。每个行星齿轮系的太阳齿轮连接到电机,以及各行星齿轮系的齿圈连接到彼此。每个行星齿轮系的行星齿轮架以这样的方式连接到多个齿轮对,以获得无限多的档位。另一篇专利文献,EP-B1-1280677,也揭示了行星齿轮系能够通过设置在燃烧发动机的输出轴处的档位桥接。

[0007] 专利文献US-A1-20050227803揭示了一种具有两个电机的车辆变速装置,每一个所述电机连接到在两个行星齿轮系中的一个中的太阳齿轮。行星齿轮系具有公共行星齿轮架,所述公共行星齿轮架连接到变速装置的输入轴。

[0008] 专利文献W0 2008/046185-A1揭示了一种具有两个行星齿轮系的混合动力变速装置,由此电机连接到行星齿轮系中的一个,以及双离合器与第二行星齿轮系相互作用。两个行星齿轮系还通过嵌齿轮变速装置与彼此相互作用。

发明内容

[0009] 尽管本领域中的已知解决方案是可用的,但是仍然存在的需求以开发一种变速箱,所述变速箱在不中断转矩的情况下换挡、体现出制动能量回收装置、具有紧凑设计、具有较高可信性和较高可靠性、体现出较低重量、并且在特定操作情形下相对于电能供给自给自足。

[0010] 用于车辆中的驱动装置的可用空间通常是受限的。如果驱动装置包括数个部件,诸如燃烧发动机、电机、变速箱和行星齿轮系,则设计必须紧凑。如果将要包括其他部件,诸如制动能量回收装置,则要实施更严格的要求,作为驱动装置一部分的部件要具有紧凑设计。与此同时,作为驱动装置一部分的部件必须被设计为具有能够吸收必要的力和转矩的尺寸。

[0011] 在特定类型的车辆、尤其是货车和公共汽车中需要多个档位。在这种情况下,在这种情况下,作为变速箱一部分的部件的数量增加,以及变速箱的尺寸也必须被设定为使得所述变速箱能够吸收在这样的重型车辆中产生的较大的力和转矩。这导致变速箱的尺寸和重量增加。对于作为驱动装置一部分的部件也需要较高可信性和较高可靠性。磨损在变速箱包含片状离合器的情况下产生,所述磨损影响变速箱的可信性和使用寿命。

[0012] 动能可在制动能量回收期间被转换成电能,所述电能被存储在能量存储器、诸如蓄能器中。影响能量存储器的使用寿命的一个因素是能量存储器向电机供应电流并且从所述电机接收电流的循环的数量。循环的数量越大,能量存储器的使用寿命将会越短。

[0013] 本发明的目的是提供一种在不中断转矩的情况下换挡的变速箱。

[0014] 本发明的另一个目的是提供一种具有制动能量回收装置的变速箱。

[0015] 本发明的另一个目的是提供一种用于车辆的变速箱,所述变速箱可以直接连接到变速箱的输出轴。

[0016] 本发明的另一个目的是提供具有紧凑设计的变速箱。

[0017] 本发明的另一个目的是提供一种具有高可信性和高可靠性的变速箱。

[0018] 本发明的另一个目的是提供一种用于车辆的变速箱,所述变速箱体现出较低重量。

[0019] 本发明的另一个目的是提供一种变速箱,所述变速箱在特定操作情形下相对于电力自给自足。

[0020] 本发明的另一个目的是提供一种具有制动能量回收装置的变速箱,所述变速箱增加被连接到制动能量回收装置的能量存储器的使用寿命。

[0021] 本发明的另一个目的是提供一种用于控制变速箱的新颖且有利的计算机程序。

[0022] 本发明的另一个目的是提供一种混合式推进线中的变速箱,所述变速箱能够在不受燃烧发动机的影响的情况下被控制。

[0023] 这些目的利用在技术领域中指定的变速箱实现,所述变速箱的特征在于,包括在下文中指定的鲜明特征。

[0024] 这些目的利用在技术领域中指定的车辆实现,所述车辆的特征在于,包括在下文中指定的鲜明特征。

[0025] 这些目的利用在技术领域中指定的用于控制变速箱的方法实现,所述方法的特征在于,包括在下文中指定的鲜明特征。

[0026] 这些目的利用在技术领域中指定的用于控制变速箱的计算机程序实现,所述计算机程序的特征在于,包括在下文中指定的鲜明特征。

[0027] 这些目的还利用在技术领域中指定的用于控制变速箱的计算机程序制品实现,所述计算机程序制品的特征在于,包括在下文中指定的鲜明特征。

[0028] 通过给包括被连接到彼此的两个行星齿轮系在内的变速箱提供以允许齿轮元件解除接合的方式设置在侧轴处的齿轮元件,可以获得多个档位,其中来自行星齿轮系之一的转矩可以传递到侧轴且从侧轴向前到被连接到其它行星齿轮的主轴,以最终将转矩传递到变速箱的输出轴。

[0029] 被连接到行星齿轮系的电机能够产生电流或提供转矩,或既产生电流又供应转矩,取决于期望的操作情形。电机还能够在特定操作情形下给彼此提供电流。

[0030] 根据一个实施方式,第一行星齿轮系的第一行星齿轮架连接到第二行星齿轮系的第二太阳齿轮,第一行星齿轮系的第一太阳齿轮连接到第一主轴且第二行星齿轮系的第二行星齿轮架连接到第二主轴。以这种方式在转矩无中断的情况下实现换档的传动。

[0031] 根据本发明的另一实施方式,变速箱设有多个齿轮对,齿轮对包括可以与侧轴机械地锁定的嵌齿轮。以这种方式获得多个固定档位,可以在转矩无中断的情况下在多个固定档位之间换档。可以接合在侧轴上的嵌齿轮也意味着获得具有较高可靠性和较高可信性的紧凑设计。

[0032] 利用根据本发明的变速箱,可以避免在燃烧发动机和变速箱之间的常规滑动离合器。

[0033] 根据一个实施方式,锁定机构设置成以固定方式将燃烧发动机的输出轴与变速箱外壳连接。以这种方式,第一行星齿轮架也将锁定地固定到变速箱外壳。通过借助于锁定机构将燃烧发动机的输出轴和行星齿轮架锁定到变速箱外壳,变速箱且因此同样车辆将变成适于由电机操作。因此电机将转矩提供给变速箱的输出轴。

[0034] 根据一个实施方式,第一和第二耦连单元被分别设置在第一和第二行星齿轮系的

行星齿轮架与太阳齿轮之间。耦连单元的任务是将相关行星齿轮架锁定到太阳齿轮。当行星齿轮架与太阳齿轮连接到彼此时,来自燃烧发动机的力将会经过行星齿轮架、耦连单元、太阳齿轮并且继而到达变速箱,这导致行星齿轮系不吸收任何转矩。这意味着行星齿轮系的尺寸能够仅适应于电机的转矩而非燃烧发动机的转矩,这继而意味着行星齿轮系能够被设计为具有较小尺寸。从而,以这样的方式获得根据本发明的具有紧凑设计、较低重量和较低制造成本的驱动装置。

[0035] 优选的是,耦连单元和锁定机构包括在接合与解除接合位置之间轴向移位的环形护套。护套基本同心地包围变速箱的旋转部件并且借助于力元件在接合与解除接合位置之间位移。以这样的方式获得具有较低重量和较低制造成本的紧凑设计。

[0036] 变速箱可优选地设有多个齿轮对,所述多个齿轮对包括能够与侧轴机械地接合和解除接合的嵌齿轮。以这样的方式,获得多个固定档位,可以在所述多个固定档位之间换挡而不中断转矩。能够接合在侧轴上的嵌齿轮还意味着获得具有较高可信性和较高可靠性的紧凑设计。替代地,嵌齿轮驱动件能够设置在齿轮对处,从而使得它们能够在第一和第二主轴中的至少一个处接合和解除接合。

[0037] 齿轮对中的每一个具有适应于车辆的期望驾驶性能的齿数比。适当的是,当最低档已被选择时,相对于其他齿轮对具有最高齿数比的齿轮对接合。

[0038] 为了将相关行星齿轮系的太阳齿轮和行星齿轮架解除接合,第一和第二电机中的至少一个被控制,从而使得转矩平衡存在于行星齿轮系中。当已实现一个转矩平衡时,第一或第二耦连单元位移,从而使得太阳齿轮与行星齿轮架不再被机械地连接到彼此。

[0039] 术语“转矩平衡”在此用于表示如下一种情况,其中作用在行星齿轮的齿圈上的转矩等于作用在行星齿轮系的行星齿轮架上的转矩与行星齿轮系的齿数比率的乘积,而与此同时作用在行星齿轮系的太阳齿轮上的转矩等于作用在行星齿轮架上的转矩与(1-行星齿轮系的齿数比率)的乘积。在行星齿轮、太阳齿轮、齿圈和行星齿轮架的各部件中的两个借助于耦连单元连接的情况下,当转矩平衡存在时,这个耦连单元不在行星齿轮系的各部件之间传递转矩。以这样的方式,耦连单元能够以简单方式位移,以及行星齿轮系的各部件解除接合。

附图说明

[0040] 本发明的实施方式将会参照附图在下文中作为实施例描述,其中:

[0041] 图1在侧视图中示意性地示出具有根据本发明的变速箱的车辆,

[0042] 图2示出根据本发明的变速箱的示意性侧视图,

[0043] 图3示出根据本发明的变速箱的示意图,以及

[0044] 图4示出涉及控制根据本发明的变速箱的方法的流程图。

具体实施方式

[0045] 图1示意性示出包括根据本发明的变速箱2的车辆1的侧视图。燃烧发动机4连接到变速箱2且变速箱2还连接到车辆1的驱动轮6。

[0046] 图2示出根据本发明的变速箱2的示意性侧视图。变速箱2包括输入轴8、第一和第二行星齿轮系10和12、第一和第二电机14和16、侧轴18和输出轴20。第一行星齿轮系10具有

第一齿圈22,第一电机14的第一转子24连接到第一齿圈。第一行星齿轮系10也具有第一太阳齿轮26。第二行星齿轮系12具有第二齿圈28,第二电机16的第二转子30连接到第二齿圈。第二行星齿轮系12具有第二太阳齿轮32。第一和第二太阳齿轮26和32被同轴地设置,根据示出的设计这导致在第一太阳齿轮26处设置的第一主轴34在第二太阳齿轮32的第二主轴36内侧延伸,所述第二主轴36设有中心孔38。也可以平行于第二主轴36且在第二主轴的侧面处设置第一主轴34。

[0047] 第一电机14设有通过围绕变速箱2的齿轮外壳42连接到车辆1的第一转子40。第二电机16设有通过围绕变速箱2的齿轮外壳42连接到车辆1的第二转子44。第一电机14和第二电机16连接到诸如电池的能量存储器46,能量存储器依据车辆1的操作情形驱动电机14和16。在其它操作情形下,电机14和16可以起作用为发电机,由此电流被供应到能量存储器46。电子控制单元48连接到能量存储器46且控制电流到电机14和16的供应。优选的是,能量存储器46通过被连接到控制单元48的开关49连接到电机14和16。在某些操作情形下,电机14和16也可以驱动彼此。电能然后通过被连接到电机14、16的开关49从一个电机14、16引导到其它电机14、16。以这种方式可以实现电机14、16之间的功率平衡。另一计算机53可连接到控制单元48和变速箱2。通过开关49将电能从电机14、16之一引导到另一电机14、16,电能将不被引导到能量存储器和从能量存储器46引出。以这种方式,实现延长能量存储器46的寿命所需的情形。因此也可以在没有能量存储器46的情况下执行变速且推进车辆1。

[0048] 第一行星齿轮系10设有第一行星齿轮架50,在第一行星齿轮架上,第一组行星齿轮52安装在轴承中。第二行星齿轮系12设有第二行星齿轮架51,在第二行星齿轮架上,第二组行星齿轮54安装在轴承中。第一组行星齿轮52与第一齿圈22且与第一太阳齿轮26相互作用。第二组行星齿轮54与第二齿圈28和第二太阳齿轮32相互作用。变速箱2的输入轴8连接到第一行星齿轮架50。第一行星齿轮系10的第一行星齿轮架50直接且以相对固定的关系连接到第二行星齿轮系12的第二太阳齿轮32。第一行星齿轮架50和第二太阳齿轮32以这种方式将一直呈现相同旋转方向和相同转速。

[0049] 第一耦连单元56设置在第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50之间。通过设置第一耦连单元56以使得第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50连接到彼此且因此不能够相对于彼此旋转,第一行星齿轮架50和第一太阳齿轮26将以相等转速旋转。

[0050] 第二耦连单元58设置在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间。通过设置第二耦连单元58以使得第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51连接到彼此且因此不能够相对于彼此旋转,第二行星齿轮架51和第二太阳齿轮32将以相等转速旋转。

[0051] 优选的是,第一和第二耦连单元56、58包括配有花键的第一和第二耦连护套55和57,花键可以在第一和第二行星齿轮架50和51的花键配备区段处和在相关太阳齿轮26和32的花键配备区段处轴向移位。通过移位相关耦连护套55、57以使得花键配备区段通过相关耦连护套55、57连接,第一行星齿轮架50和第一太阳齿轮26、以及第二行星齿轮架51和第二太阳齿轮32将变成相互锁定到彼此,且将不能够相对于彼此旋转。

[0052] 根据图2中示出的设计的第一和第二耦连单元56、58分别设置在第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50之间和第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间。然而,可以将另外的或替换性耦连单元(图中未示出)设置在第一齿圈22和第一行星齿轮架50之间,且也可以将另外的或替换性耦连单元(图中未示出)设置在第二齿圈28和第二行星齿轮架51之间。

[0053] 第三耦连单元59在这个实施方式中设置在第一齿圈22和齿轮外壳42之间。通过设置第三耦连单元59以使得第一齿圈22和齿轮外壳42连接到彼此且因此不能够相对于彼此旋转,转矩的减弱将发生,即,转速从行星齿轮架50到第一太阳齿轮26的增强将发生。

[0054] 第四耦连单元61在这个实施方式中设置在第二齿圈28和齿轮外壳42之间。通过设置第四耦连单元61以使得第二齿圈28和齿轮外壳42连接到彼此且因此不能够相对于彼此旋转,转矩的减弱将发生,即,转速从行星齿轮架50到第二太阳齿轮32的增强将发生。

[0055] 优选的是,第三和第四耦连单元59、61包括配有花键的第三和第四耦连护套65和67,所述花键可以在第一和第二齿圈22和28的花键配备区段处和在齿轮外壳42的花键配备区段处轴向移位。通过移位相关耦连护套65、67以使得花键配备区段通过相关耦连护套65、67连接,第一齿圈22和齿轮外壳42、以及第二齿圈28和齿轮外壳42将变成相互锁定到彼此,且将不能够相对于彼此旋转。

[0056] 传动结构19连接到第一和第二主轴34、36,所述传动结构包括设置在第一行星齿轮系10和输出轴20之间的第一齿轮对60。第一齿轮对60包括与彼此相互作用的第一嵌齿轮驱动件62和第一嵌齿轮64。第二齿轮对66设置在第二行星齿轮12和输出轴20之间。第二齿轮对66包括与彼此相互作用的第二嵌齿轮驱动件68和第二嵌齿轮70。第三齿轮对72设置在第一行星齿轮系10和输出轴20之间。第三齿轮对72包括与彼此相互作用的第三嵌齿轮驱动件74和第三嵌齿轮76。第四齿轮对78设置在第二行星齿轮系12和输出轴20之间。第四齿轮对78包括与彼此相互作用的第四嵌齿轮驱动件80和第四嵌齿轮82。

[0057] 第一和第三嵌齿轮驱动件62和74设置在第一主轴34处。第一和第三嵌齿轮驱动件62和74以相对固定的关系连接到第一主轴34,以使得第一和第三嵌齿轮驱动件不能相对于第一主轴34旋转。第二和第四嵌齿轮驱动件68和80设置在第二主轴36处。第二和第四嵌齿轮驱动件68和80以相对固定的关系连接到第二主轴36,以使得第二和第四嵌齿轮驱动件不能相对于第二主轴36旋转。

[0058] 侧轴18基本平行于第一和第二主轴34和36延伸。第一、第二、第三和第四嵌齿轮64、70、76和82在侧轴18处设置在轴承中。第一嵌齿轮驱动件62与第一嵌齿轮64相互作用,第二嵌齿轮驱动件68与第二嵌齿轮70相互作用,第三嵌齿轮驱动件74与第三嵌齿轮76相互作用且第四嵌齿轮驱动件80与第四嵌齿轮82相互作用。

[0059] 第一、第二、第三和第四嵌齿轮64、70、76和82可以借助于第一、第二、第三和第四耦连元件84、86、88和90在侧轴18处单独锁定地接合和解除接合。耦连元件84、86、88和90优选地由与第五和第六耦连护套83、85相互作用的、配有设计在嵌齿轮64、70、76和82和侧轴18处的花键的区段构造,第五和第六耦连护套分别与在第一到第四嵌齿轮64、70、76和82和侧轴18处配有花键的区段机械地相互作用。优选的是,第一和第三耦连元件84、88设有共同耦连护套83,且优选的是,第二和第四耦连元件86、90设有共同耦连护套85。在解除接合的情形下,相对旋转可以出现在嵌齿轮64、70、76和82和侧轴18之间。耦连元件84、86、88和90可也由摩擦耦连件构造。第五嵌齿轮92也设置在与第六嵌齿轮94相互作用的侧轴18处,第六嵌齿轮设置在变速箱2的输出轴20处。

[0060] 侧轴18设置在相关第一或第二行星齿轮系10、12和输出轴20之间,以使得侧轴18通过包括第五和第六嵌齿轮92、94的末级齿轮或第五齿轮对21连接到输出轴20。第五嵌齿轮以允许其被接合和解除接合的方式借助于第五耦连元件93设置在侧轴18处。

[0061] 第五嵌齿轮92以允许其被解除接合的方式设置在侧轴18处,通过将所述第五嵌齿轮解除接合,可以将来自第二行星齿轮系12的转矩通过第二齿轮对66传递到侧轴18且通过第一齿轮对60将转矩从侧轴18向前传递到输出轴20。以这种方式,获得多个档位,此处来自行星齿轮系10、12之一的转矩可以传递到侧轴18且从侧轴18向前传递到被连接到其它行星齿轮系10、12的主轴34、36,以最终将转矩传递到变速箱的输出轴20。然而,这要求设置在第一主轴34和输出轴20之间的耦合机构96被接合,这将在下文中更加详细地描述。

[0062] 第五嵌齿轮92可以借助于第五耦合元件93在侧轴18处锁定和释放。优选的是,耦合元件93由配有设计在第五嵌齿轮92和侧轴18处的花键的区段构造,所述区段与第九耦合护套87相互作用,第九耦合护套与配有设计在第五嵌齿轮92和侧轴18处的花键的区段机械地相互作用。在解除接合的情形下,相对旋转可以出现在第五嵌齿轮92和侧轴18之间。第五耦合元件93可以也由摩擦耦合件构造。

[0063] 在当行星齿轮系10、12的齿圈借助于第三和第四耦合单元59、61锁定地固定在齿轮外壳42处时的多个变速操作期间,转矩将在第一行星齿轮系10之后减弱且在第二行星齿轮系12之后增强。当在第一主轴34上的转矩通过侧轴18的传递在第一行星齿轮系10之后变小时,被连接到第一行星齿轮的轴、嵌齿驱动件和嵌齿轮可以被给予较小的尺寸,这将使得变速箱2更紧凑。在无需在变速箱中设置多个另外的齿轮对的情况下可以获得同样较多的档位。以这种方式,变速箱2的重量和成本也被降低。第五和第六嵌齿轮92和94将起作用为将转矩传递到变速箱2的输出轴20的第五齿轮对21。

[0064] 转矩从变速箱2的输入轴8到变速箱2的输出轴20的传递通过第一行星齿轮10或第二行星齿轮系12和侧轴18发生。转矩传递也可直接通过第一行星齿轮系10发生,变速箱的第一太阳齿轮26经由耦合机构96通过第一主轴34连接到变速箱2的输出轴20。优选的是,耦合机构96包括配有花键的第七耦合护套100,第七耦合护套可以在第一主轴34和输出轴20的配有花键的区段处轴向移位。通过移位第七耦合护套100以使得配有花键的区段通过第七耦合护套100连接,第一主轴34将与输出轴20以相对固定的关系锁定,且第一主轴和输出轴将因此在旋转上呈现相同转速。通过将第五齿轮对21的第五嵌齿轮92与侧轴18解除接合,来自第二行星齿轮系12的转矩可以传递到侧轴18且从侧轴18向前传递到被连接到第一行星齿轮系10的主轴34,以通过耦合机构96将转矩最终传递到变速箱2的输出轴20。

[0065] 在操作期间,变速箱2可在某些操作情形下工作,以使得太阳齿轮26或32之一借助于第一或第二耦合单元56或58锁定第一或第二行星齿轮架50或51。依据已经锁定地固定在相关行星齿轮架50或51处的那个太阳齿轮26或32,第一或第二主轴34或36然后将被给予与变速箱2的输入轴8相同的转速。电机14和16之一或两者可起作用为发电机以给能量存储器46产生电能。替换性的,电机14或16可提供转矩增加,以通过这种方式在输出轴20处增加转矩。电机14和16在某些操作情形下将独立于能量存储器46地给彼此提供电能。

[0066] 在某些操作情形下,变速箱2也可以起作用以使得电机14和16的转子24和30之一通过齿圈22和28与齿轮外壳42锁定地固定,而第二电机14和16起作用为发电机以产生到能量存储器46的电能,这将在下文中更加详细地说明。在锁定借助于第三或第四耦合单元59或61实施之前,电机14或16从齿圈22或28吸收反作用转矩,电机的转子24或30与齿轮外壳42锁定地固定。作为起作用为发电机的替代,电机14或16可提供转矩增加,以通过这种方式在输出轴20处增加转矩。

[0067] 第一和第二电机14和16也可以同时产生到能量存储器46的电流。驾驶员在发动机制动期间释放车辆1的加速踏板(图中未示出)。变速箱2的输出轴20然后驱动电机14和16之一或两者,而燃烧发动机4和电机14和16发动机同时提供发动机制动。电机14和16在这种情况下产生存储在车辆1中的能量存储器46中的电能。这种操作情形已知为“制动能量回收”。为了实现更有力的制动效果,燃烧发动机4的输出轴97可固定地锁定且以这种方式被防止旋转。因此,电机14和16的仅之一或两者将起作用为制动且产生电能,电能被存储在能量存储器46中。也当车辆由电机14和16的仅之一或两者加速时,可实施燃烧发动机4的输出轴97的锁定。在将电机14和16之间的齿数比考虑在内的情况下,如果电机14和16之一或两者的转矩超过燃烧发动机4的转矩,则燃烧发动机4将不能够承受电机14和16产生的大转矩,为此原因需要将燃烧发动机4的输出轴97固定地锁定。燃烧发动机4的输出轴97的锁定优选地由设置在第一行星齿轮架50和齿轮外壳42之间的锁定装置102实施。通过锁定第一行星齿轮架50和齿轮外壳42,燃烧发动机4的输出轴97也将被锁定,因为燃烧发动机4的输出轴97通过变速箱的输入轴8连接到第一行星齿轮架50。优选的是,锁定装置102包括配有花键的第八耦连护套104,第八耦连护套可以在第一行星齿轮架50的花键配备区段处和在齿轮外壳的花键配备区段处轴向移位。通过移位第八耦连护套104以使得配有花键的区段通过耦连护套104连接,第一行星齿轮架50且因此同样燃烧发动机4的输出轴97将被防止旋转。

[0068] 控制单元48连接到电机14和16且适于控制电机14和16,以使得在某些合适的操作情形下电机使用存储电能以向变速箱2的输出轴20提供驱动力,且以使得在其它操作情形下,电机使用变速箱2的输出轴20的动能以产生且存储电能。控制单元48因此通过设置在电机14和16处和在变速箱2的输出轴20处的传感器98检测到燃烧发动机4的输出轴97的转速和转矩中的至少一个,以通过这种方式收集信息且控制电机14和16以使得电机起作用为电动机或发电机。控制单元48可以是具有用于此目的合适软件的计算机。控制单元48也控制电能可在能量存储器46和电机14和16的相关转子40和44之间的流动。在电机14和16起作用为电动机的情形下,来自能量存储器46的存储电能供应到相关转子40和44。在电机14和16起作用为发电机的情形下,电能从相关转子40和44供应到能量存储器46。然而,如以上已经提及的,电机14和16可以在某些操作情形下独立于能量存储器46地给彼此提供电能。

[0069] 第一、第二、第三和第四耦连单元56、58、59和61、第一、第二、第三、第四和第五耦连元件84、86、88、90和93、第一主轴34和输出轴20之间的耦连机构96、以及第一行星齿轮架50和齿轮外壳42之间的锁定装置102通过相关耦连护套连接到控制单元48。优选的是,这些部件由来自控制单元48的电信号启动和解除启动。优选的是,耦连护套由图中未示出的力提供器移位,诸如液压或气动气缸。也可以由电力提供器移位耦连护套。

[0070] 根据在图2中的实施方式,示出了四个嵌齿轮驱动件62、68、74和80和四个嵌齿轮64、70、76和82,还一起示出了两个行星齿轮系10和12和与它们相关的电机14和16。然而,可以将变速箱2设计为具有更多或更少的嵌齿轮驱动件和嵌齿轮,且设计为具有更多的行星齿轮和与它们相关的电机。

[0071] 根据图3,以简化示意图展示了根据图2的混合式推进线3,其中特定部件为清晰起见已省略。图3示出被连接到第一主轴34并且从而还被连接到第一行星齿轮系10的齿轮对G1,以及被连接到第二主轴36并且从而还被连接到第二行星齿轮系12的齿轮对G2。这些齿轮对G1、G2还通过侧轴18连接到输出轴20。被连接到第一主轴34的齿轮对G1可以由例如在

图2和3中描述的第一齿轮对60或第三齿轮对72构成,并且还可以包括其他齿轮对。被连接到第二主轴36的齿轮对G2可以由例如图2和3中描述的第二齿轮对66或第四齿轮对78构成,并且还可以包括其他齿轮对。此外,示出了也在图2和3中描述的被连接到输出轴20和侧轴18的第五齿轮对G3、21。然而,G3可以由其他齿轮对构成。当换挡时,选择来自相关组G1、G2、G3的适当齿轮对。

[0072] 被连接到第一行星齿轮系10的齿轮对G1、60、72中的至少一个包括设置以彼此相互作用的至少一个嵌齿轮驱动件62、74和嵌齿轮64、76,所述嵌齿轮驱动件62、74可以设置,从而使得其能够在设置有第一行星齿轮系10的第一主轴34处接合和解除接合。至少一个嵌齿轮64、76可以设置,从而使得其能够在侧轴18处接合和解除接合。

[0073] 被连接到第二行星齿轮系12的至少一个齿轮对G2、66、78包括设置以彼此相互作用的至少一个嵌齿轮驱动件68、80和嵌齿轮70、82,所述嵌齿轮驱动件68、80可以设置,从而使得其能够在设置有第二行星齿轮系12的第二主轴36处接合和解除接合。至少一个嵌齿轮70、82可以设置,从而使得其能够在侧轴18处接合和解除接合。

[0074] 当变速箱2设置在车辆1中时,从第一档升档到最高档将会在下文中描述。变速箱2的输入轴8连接到车辆1的燃烧发动机4的输出轴97。变速箱2的输出轴20连接到车辆1的驱动轴99。在燃烧发动机4的空转期间并且当车辆1处于静止时,变速箱2的输入轴8旋转,而变速箱2的输出轴20与此同时处于静止。锁定装置102停止,从而使得燃烧发动机4的输出轴97能够自由旋转。由于变速箱2的输入轴8旋转,因此第一行星齿轮架50也会旋转,这导致第一组行星齿轮52旋转。由于第一行星齿轮架50连接到第二太阳齿轮32,因此第二太阳齿轮32并且从而第二组行星齿轮54也会旋转。通过不向第一和第二电机14和16供应电流并且不从第一和第二电机提取电流,分别被连接到相关电机14和16的第一和第二转子24和30的第一和第二齿圈22和28将会自由旋转,由此没有转矩由齿圈22和28吸收。第一、第二、第三和第四耦合单元56、58、59和61解除接合并且从而不接合。从而,没有转矩将会从燃烧发动机4被传递到行星齿轮系10和12的太阳齿轮26和32。在第一主轴34与输出轴20之间的耦合机构96解除接合,从而使得第一主轴34和输出轴20能够相对于彼此自由旋转。由于太阳齿轮26和32以及变速箱2的输出轴20在这个阶段中处于静止,因此侧轴18也处于静止。在第一步骤中,第四嵌齿轮82和第三嵌齿轮76借助于第四和第三耦合元件90和88连接到侧轴18。第一嵌齿轮64和第二嵌齿轮70与侧轴18解除接合。以这种方式,第一嵌齿轮64和第二嵌齿轮70被允许相对于侧轴18自由旋转。第五齿轮对21的第五嵌齿轮92借助于第五耦合元件93被锁定地固定在侧轴18处。

[0075] 为了以驱动车辆1的目的开始变速箱2的输出轴20的旋转,第四嵌齿轮驱动件80和侧轴18的第四嵌齿轮82被导致旋转。这通过第二行星齿轮架51被导致旋转而实现。当第二行星齿轮架51旋转时,第二主轴36也将旋转且因此设置在第二主轴36处的第四嵌齿轮驱动件80也将旋转。第二行星齿轮架51通过由第二电机16控制的第二齿圈28被导致旋转。通过启动第二电机16和控制燃烧发动机4到合适的转速,车辆1将通过开始旋转的第二主轴36而开始移位。当第二行星齿轮架51和第二太阳齿轮32实现相同转速时,第二太阳齿轮32借助于第二耦合单元58与第二行星齿轮架51锁定地固定。如以上已经提及的,第二耦合单元58优选地如此设计以使得第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51与彼此机械地相互作用。替换性的,第二耦合单元58可设计为以温和的方式将第二太阳齿轮32连接到第二行星齿轮架51的

滑动制动器或片状离合器。当第二太阳齿轮32连接到第二行星齿轮架51时,第二太阳齿轮32将以与燃烧发动机4的输出轴97相同的转速旋转。以这种方式,由燃烧发动机4产生的转矩将通过第四嵌齿轮驱动件80、侧轴18的第四嵌齿轮82、侧轴18的第五嵌齿轮92以及变速箱2的输出轴20的第六嵌齿轮94传递到变速箱2的输出轴20。因此车辆1将开始向前移位且由第一档驱动。

[0076] 第一、第二、第三和第四齿轮对60、66、72、78中的每一个具有适于车辆1的理想驱动性能的齿数比。根据在图2中示出的实施方式,第四齿轮对78具有与第一、第二和第三齿轮对60、66、72相比最高的齿数比,这意味着当已经选择最低档时第四齿轮对78连接。正如第四齿轮对78做的,第二齿轮对66在第二主轴36和侧轴18之间传递转矩,且可以替代的将第二齿轮对设计为具有与其它齿轮对60、72、78相比最高的齿数比,为此原因在这种设计中当已经选择最低档时第二齿轮对66将连接。

[0077] 当侧轴18由侧轴18的第四嵌齿轮82导致旋转时,侧轴18的第三嵌齿轮76也将旋转。以这种方式,侧轴18驱动第三嵌齿轮76,第三嵌齿轮继而驱动第一主轴34的第三嵌齿轮驱动件74。当第一主轴34旋转时,第一太阳齿轮26也将旋转,以这种方式,取决于燃烧发动机4的输出轴97的转速且因此也取决于第一行星齿轮架50的转速,第一太阳齿轮将导致第一齿圈22和第一电机14的第一转子24旋转。在这种情况下,可以允许第一电机14起作用为发电机以将电流供应到能量存储器46和第二电机16中的至少一个中。第二电机16也可以被驱动为发电机。替换性的,第一电机14可以通过控制单元48控制第一电机14提供附加转矩以提供推进转矩。

[0078] 为了从第一档换档到第二档,在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间的锁定必须被解除,这通过第一和第二电机14、16中的至少一个被控制而实现,以使得转矩平衡存在于在第二行星齿轮系12中。此后,第二耦合单元58被控制,以使得第二耦合单元将第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51与彼此释放。第二行星齿轮架51和第二主轴36可以自由旋转,这导致第二太阳齿轮32、第二行星齿轮架51和第二主轴36不再驱动设置在第二主轴36处的第四嵌齿轮驱动件80。这要求第二电机16不驱动第二齿圈28。第二齿轮通过控制第一电机14的控制单元48选择,以使得同步转速出现在第一行星齿轮架50和第一太阳齿轮26之间,以实现第一行星齿轮架50和第一太阳齿轮26之间的锁定。这通过第一耦合单元56被控制而实现,以使得第一行星齿轮架50和第一太阳齿轮26机械地连接到彼此。替换性的,第一耦合单元56可设计为以温和的方式连接第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50的滑动制动器或片状离合器。通过将燃烧发动机4的控制和第一和第二电机14和16的控制同步化,可以执行从第一档到第二档的柔和且不中断的过渡。

[0079] 第一主轴34现在旋转且由燃烧发动机4的输出轴97驱动,并且第一主轴34现在驱动第三嵌齿轮驱动件74。第一行星齿轮架50现在通过第一太阳齿轮26和第一主轴34驱动第三嵌齿轮驱动件74。由于第三嵌齿轮76与第三嵌齿轮驱动件74相互作用且以相对固定的关系连接到侧轴18,第三嵌齿轮76将驱动侧轴18,侧轴继而驱动侧轴18的第五嵌齿轮92。第五嵌齿轮92继而通过第六嵌齿轮94驱动变速箱2的输出轴20,第六嵌齿轮设置在变速箱2的输出轴20处。车辆1现在以第二档推进。

[0080] 当侧轴18由第三嵌齿轮76导致旋转时,第四嵌齿轮82也将旋转。以这种方式,侧轴18驱动第四嵌齿轮82,第四嵌齿轮继而驱动第二主轴36的第四嵌齿轮驱动件80。当第二主

轴36旋转时,第二行星齿轮架51也将旋转,以这种方式,取决于燃烧发动机4的输出轴97的转速且因此也取决于第一行星齿轮架50的转速,第二行星齿轮架将导致第二齿圈28和第二电机16的第二转子30旋转。在这种情况下,可以允许第二电机16起作用为发电机,以将电流供应到能量存储器46和第一电机14中的至少一个。第二电机16也可以通过控制第二电机16的控制单元48提供附加转矩以提供推进转矩。

[0081] 为了从第二档换档到第三档,侧轴18的第四嵌齿轮82必须通过第四耦合元件90与侧轴18解除接合,以使得第四嵌齿轮82可以相对于侧轴18自由旋转。侧轴18随后通过第二耦合元件86连接到侧轴18的第二嵌齿轮70。为了实现侧轴18和侧轴18的第二嵌齿轮70的连接,优选地第二电机16被控制,以使得同步转速出现在侧轴18和侧轴18的第二嵌齿轮70之间。同步转速可以通过测量第二电机16的第二转子30的转速和通过测量输出轴20的转速确定。以这种方式,第二主轴36的转速和侧轴18的转速可以通过给定齿数比率确定。相关轴18和36的转速被控制,且当同步转速已经出现在侧轴18和第二嵌齿轮70之间时,侧轴18和第二嵌齿轮70借助于第二耦合元件86连接。

[0082] 为了从第二档换档到第三档,在第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50之间的锁定必须被解除,这通过第一和第二电机14、16被控制而实现,以使得转矩平衡存在于第一行星齿轮系10中,在此之后第一耦合单元56被控制,以使得第一耦合单元将第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50与彼此释放。燃烧发动机4随后被控制,以使得同步转速出现在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间,以使得第二耦合单元58可以被接合,以通过这种方式由耦合护套57将第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51连接。通过同步化燃烧发动机4的控制和第一和第二电机14和16的控制,可以执行从第二档到第三档的柔和且不中断的过渡。

[0083] 第三嵌齿轮76通过被控制的第一电机14解除接合,以使得无转矩的情形出现在侧轴18和第三嵌齿轮76之间。当无转矩的情形出现时,第三嵌齿轮76通过被控制的第三耦合元件88与侧轴18解除接合,以使得将第三嵌齿轮76与侧轴18解除接合。第一电机14随后被控制以使得同步转速出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间。当同步转速已经出现时,第一嵌齿轮64通过被控制的第一耦合元件84连接到侧轴18,以使得第一耦合元件将第一嵌齿轮64连接到侧轴18。同步转速可以通过第一电机14的第一转子24的转速被测量和通过输出轴20的转速被测量而被确定,在此之后轴18、34的转速被控制以使得同步转速出现。以这种方式,第一主轴34的转速和侧轴18的转速可以通过给定齿数比率确定。

[0084] 第二主轴36现在在与燃烧发动机4的输出轴97相同的转速旋转,以及第二主轴36现在通过第二主轴36驱动第二嵌齿轮驱动件68。由于第二嵌齿轮70与第二嵌齿轮驱动件68相互作用并且以相对固定的关系连接到侧轴18,第二嵌齿轮70将会驱动侧轴18,所述侧轴继而驱动侧轴18的第五嵌齿轮92。第五嵌齿轮92继而通过第六嵌齿轮94驱动变速箱2的输出轴20,所述第六嵌齿轮设置在变速箱2的输出轴20处。车辆1现在以第三档推进。

[0085] 当侧轴18由侧轴18的第二嵌齿轮70导致旋转时,侧轴18的第一嵌齿轮64也会旋转。侧轴18以这样的方式驱动第一嵌齿轮64,所述第一嵌齿轮继而驱动第一主轴34的第一嵌齿轮驱动件62。当第一主轴34旋转时,第一太阳齿轮26也会旋转,以这样的方式,取决于燃式发动机4的输出轴97的转速并且从而还取决于第一行星齿轮架50的转速,所述第一太阳齿轮将会使得第一齿圈22和电机14的第一转子24旋转。在这种情况下,可以允许第一电机14用作发电机,以便向能量存储器46和第二电机16中的至少一个供应电流。替代地,第一

电机14能够通过控制第一电机14的控制单元48提供附加转矩以提供推进转矩。

[0086] 为了从第三档换档到第四档,在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间的锁定必须解除,这通过被控制的第一和第二电机14、16实现,以使得转矩平衡存在于第二行星齿轮系12中,在此之后第二耦合单元58被控制以使得其将第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51与彼此释放。第一齿圈22随后被制动,且当第一齿圈22静止时,第三耦合单元59被控制以使得第一齿圈22连接到齿轮外壳42且与之结合。通过同步化燃烧发动机4的控制和第一和第二电机14和16的控制,可以执行从第三齿轮到第四齿轮的柔和且不中断的过渡。

[0087] 第一主轴34现在由燃烧发动机4的输出轴97驱动,且第一主轴34现在驱动第一嵌齿轮驱动件62。由于第一嵌齿轮64与第一嵌齿轮驱动件62相互作用且以相对固定的关系连接到侧轴18,第一嵌齿轮64将驱动侧轴18,所述侧轴继而驱动侧轴18的第五嵌齿轮92。第五嵌齿轮92继而通过设置在变速箱2的输出轴20处的第六嵌齿轮94驱动变速箱2的输出轴20。车辆1现在以第四档推进。

[0088] 当侧轴18由第一嵌齿轮64导致旋转时,侧轴18的第二嵌齿轮70也将旋转。以这种方式,侧轴18驱动第二嵌齿轮70,第二嵌齿轮继而驱动第二主轴36的第二嵌齿轮驱动件68。当第二主轴36旋转时,第二行星齿轮架51也将旋转,以这种方式,取决于转速燃烧发动机4的输出轴97且因此也取决于第一行星齿轮架50的转速,第二行星齿轮架将导致第二太阳齿轮32和第二电机16的第二转子30旋转。在这种情况下,可以允许第二电机16起作用为发电机,以将电流供应到能量存储器46和第一电机14中的至少一个。替换性的,第二电机16可以通过控制第二电机16的控制单元48提供附加转矩以提供推进转矩。

[0089] 为了从第四档换档到第五档,第一电机14被控制以使得转矩平衡出现在第一齿圈22和齿轮外壳42之间。当转矩平衡已经出现在第一齿圈22和齿轮外壳42之间时,第三耦合单元59被控制以使得第一齿圈22与齿轮外壳42解除接合。转矩平衡不仅包括无转矩情形,而且包括反作用转矩,以使得第四耦合单元61将被置于其不在第二齿圈28和齿轮外壳42之间传递转矩的情形。第一电机14随后被控制,以使得无转矩情形出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间。当无转矩情形已经出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间时,第一耦合元件84被控制以使得第一嵌齿轮64与侧轴18解除接合。以这种方式,第四档已经未被选择。为了选择第五档,第一电机14被控制以使得同步转速出现在第一主轴34和输出轴20之间。当同步转速已经出现在第一主轴34和输出轴20之间时,耦合机构96被控制以使得第一主轴34和输出轴20与彼此连接且结合。而且,第一电机14被控制以使得无转矩情形出现在侧轴18和第五齿轮对21的第五嵌齿轮92之间。当无转矩情形已经出现在侧轴18和第五嵌齿轮92之间时,第五耦合元件93被控制以使得第五嵌齿轮92与侧轴18解除接合。第一电机14随后被控制,以使得同步转速出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间。当同步转速已经出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间时,耦合元件84被控制以使得第一嵌齿轮64连接到侧轴18且与之结合。最终,燃烧发动机4被控制以使得第二齿圈28相对于齿轮外壳42静止。当第二齿圈28静止时,第四耦合单元61被控制以使得第二齿圈28连接到齿轮外壳42且以相对固定的关系锁定到齿轮外壳42。车辆1现在以第五档推进。

[0090] 当已经选择第五档时,来自燃烧发动机4的转矩将经过第一和第二行星齿轮架50、51且将通过第二齿轮对66从第二主轴36传递到侧轴18且通过第一齿轮对60向前到第一主轴34,以随后通过耦合机构96传递到输出轴20。

[0091] 为了从第五档换档到第六档,第二电机16被控制以使得转矩平衡出现在第二齿圈28和齿轮外壳42之间。当转矩平衡已经出现在第二齿圈28和齿轮外壳42之间时,第四耦连单元61被控制以使得第二齿圈28与齿轮外壳42解除接合。燃烧发动机4随后被控制以使得同步转速出现在第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50之间。当同步转速已经出现在第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50之间时,第一耦连单元56被控制以使得第一太阳齿轮26连接到第一行星齿轮架50且与之结合。而且,第二电机16被控制以使得无转矩情形出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间。当无转矩情形已经出现在侧轴18和第一嵌齿轮64之间时,耦连元件84被控制以使得第一嵌齿轮64与侧轴18解除接合。最终,第二电机16被控制以使得同步转速出现在侧轴18和第三嵌齿轮76之间。当同步转速已经出现在侧轴18和第三嵌齿轮76之间时,耦连元件88被控制以使得第三嵌齿轮76连接到侧轴18且以相对固定的关系锁定。车辆1现在以第六档推进。

[0092] 当已经选择第六档时,来自燃烧发动机4的转矩将从第一行星齿轮架50传递到第一太阳齿轮26且向前到第一主轴34,以随后通过耦连机构96传递到输出轴20。

[0093] 为了从第六档换档到第七档,第一和第二电机14、16被控制以使得转矩平衡存在于第一行星齿轮系10中。当转矩平衡存在于第一行星齿轮系10中时,第一耦连单元56被控制以使得第一太阳齿轮26与第一行星齿轮架50解除接合。燃烧发动机4随后被控制以使得同步转速出现在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间。当同步转速已经出现在第二太阳齿轮32和第二行星齿轮架51之间时,第二耦连单元58被控制以使得第二太阳齿轮32连接到第二行星齿轮架51且与之结合。车辆1现在以第七档推进。

[0094] 当已经选择第七档时,来自燃烧发动机4的转矩将经过第一行星齿轮架50且向前到第二主轴36。转矩随后通过第二齿轮对66从第二主轴36传递到侧轴18且通过第三齿轮对72向前到第一主轴34,以随后通过耦连机构96传递到输出轴20。

[0095] 根据上述设计,要说明的是,变速箱2包括设置在主轴34、36和侧轴18处的嵌齿轮驱动件62、68、74、80和嵌齿轮64、70、76、82,以便传递转速和转矩。然而,可以使用其他类型的变速装置、诸如链条皮带式变速装置,以便在变速箱2中传递转速和转矩。变速装置19根据上文中的实施方式体现出四个齿轮对60、66、72、78。然而,变速装置19可以包括自由选择数量的齿轮对。

[0096] 如上文中已描述的,转矩经由输出轴20从变速箱2提取。还可以直接地从第一或第二主轴34、36提取转矩,或直接地从侧轴18提取转矩。转矩还可以从两个或三个轴18、34、36同时地并行提取。

[0097] 优选的是,第二电机16由从第一电机14产生的电力驱动,以通过第二电机16减小来自第二行星齿轮系12的反作用转矩,且以通过这种方式减小在第二齿轮对66处传递的转矩。来自第一行星齿轮系10的反作用转矩通过第一电机14增加,以增加在第一齿轮对60处传递的转矩。

[0098] 也可以通过从第二电机16产生的电能驱动第一电机14,以通过第一电机14减小来自第一行星齿轮系10的反作用转矩,且以通过这种方式减小在第一齿轮对60处传递的转矩。来自第一行星齿轮系10的反作用转矩通过第二电机16增加,以增加在第二齿轮对66处传递的转矩。

[0099] 图4示出涉及一种控制根据本发明的变速箱2的方法的流程图。根据本发明的所述

方法的特征在于,所述方法包括以下步骤:

[0100] a) 使齿轮元件92解除接合,齿轮元件以允许其解除接合的方式设置在侧轴18处且通过末级齿轮21与输出轴20连接;

[0101] b) 通过第二齿轮对66将转矩从第二行星齿轮系12传递到侧轴18;且

[0102] c) 通过第一齿轮对60将转矩从侧轴18传递到输出轴20。

[0103] 所述方法还包括以下步骤:

[0104] d) 通过从第一电机14产生的电力驱动第二电机16,以通过第二电机16减小来自第二行星齿轮系12的反作用转矩,且以通过这种方式减小在第二齿轮对66处传递的转矩;并且

[0105] e) 通过第一电机14增加来自第一行星齿轮系10的反作用转矩,以增加在第一齿轮对60处传递的转矩。

[0106] 所述方法还包括以下步骤:

[0107] f) 通过第一耦合单元56将设置在第一行星齿轮系10处的第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50与彼此解除接合;并且

[0108] g) 通过第四耦合单元61将设置在第二行星齿轮系12处的第二齿圈28和齿轮外壳42连接到彼此。

[0109] 根据所述方法的附加步骤,第一和第二电机14和16的反作用转矩的减小和增加被同步化,以使得输出轴20的转矩是恒定的或以线性方式改变。

[0110] 换档能够以这样的方式在例如车辆1的加速或减速期间通过输出轴20的转矩为恒定或以连续方式改变而在不中断转矩的情况下实现。

[0111] 指定方法从而包括对应于上文中的实施方式中描述的所有档位的所有换档步骤。

[0112] 根据本发明,提供一种计算机程序P,其存储在控制单元48和计算机53中的至少一个中且可包括用于控制根据本发明的变速箱2的程序代码。

[0113] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以解除接合第五嵌齿轮92,第五嵌齿轮以允许其解除接合的方式设置在侧轴处、且通过第五齿轮对21连接到输出轴20。

[0114] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以通过第二齿轮对66将转矩从第二行星齿轮系12传递到侧轴18。

[0115] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以通过第一齿轮对60将转矩从侧轴18传递到输出轴20。

[0116] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以使得第一电机14通过从第二电机16产生的电能驱动,以通过第一电机14减小来自第一行星齿轮系10的反作用转矩,且以通过这种方式减小在第一齿轮对60处传递的转矩。

[0117] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以使得来自第二行星齿轮系12的反作用转矩通过第二电机16增加,以增加在第二齿轮对66处传递的转矩。

[0118] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以使得第一耦合单元56将设置在第一行星齿轮系10处的第一太阳齿轮26和第一行星齿轮架50与彼此释放。

[0119] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以使得第四耦合单元61将设置在第二行星齿轮系12处的第一齿圈28和齿轮外壳42与彼此连接。

[0120] 计算机程序P可包括一种程序代码,其控制变速箱以使得第一和第二电机14和16

的反作用转矩的减小和增加被同步,以使得输出轴20的转矩是恒定的或以线性方式改变。

[0121] 计算机程序P可以以可执行方式或以压缩方式被存储在存储器M和读/写存储器R中的至少一个中。所述程序代码可以以永久形式被存储在能够由计算机53读取的所述介质上。

[0122] 本发明还涉及一种计算机程序制品,其包括被存储在能够由计算机读取的介质上的程序代码,以便当所述计算机程序在控制单元48上或在被连接到控制单元48的另一台计算机53上运行时执行上文中描述的方法步骤。

[0123] 在上文中指定的指定部件和鲜明特征可以在本发明的框架内的不同的指定执行方式之间组合。

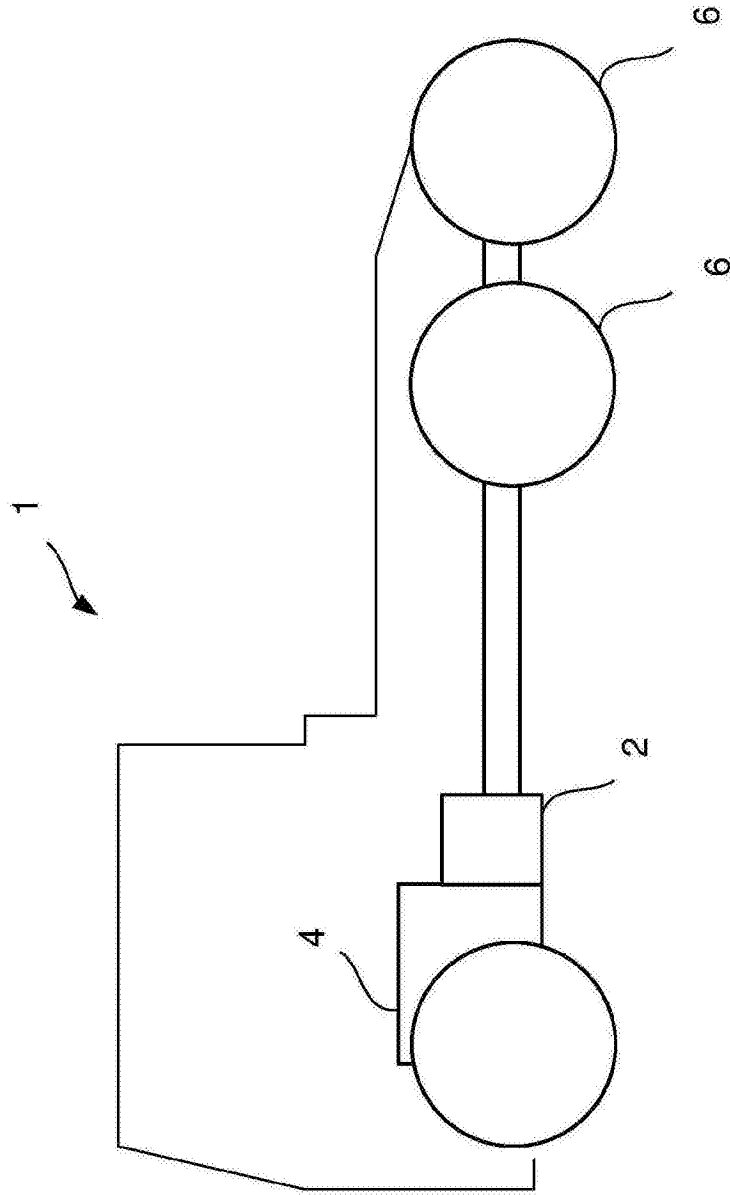


图1

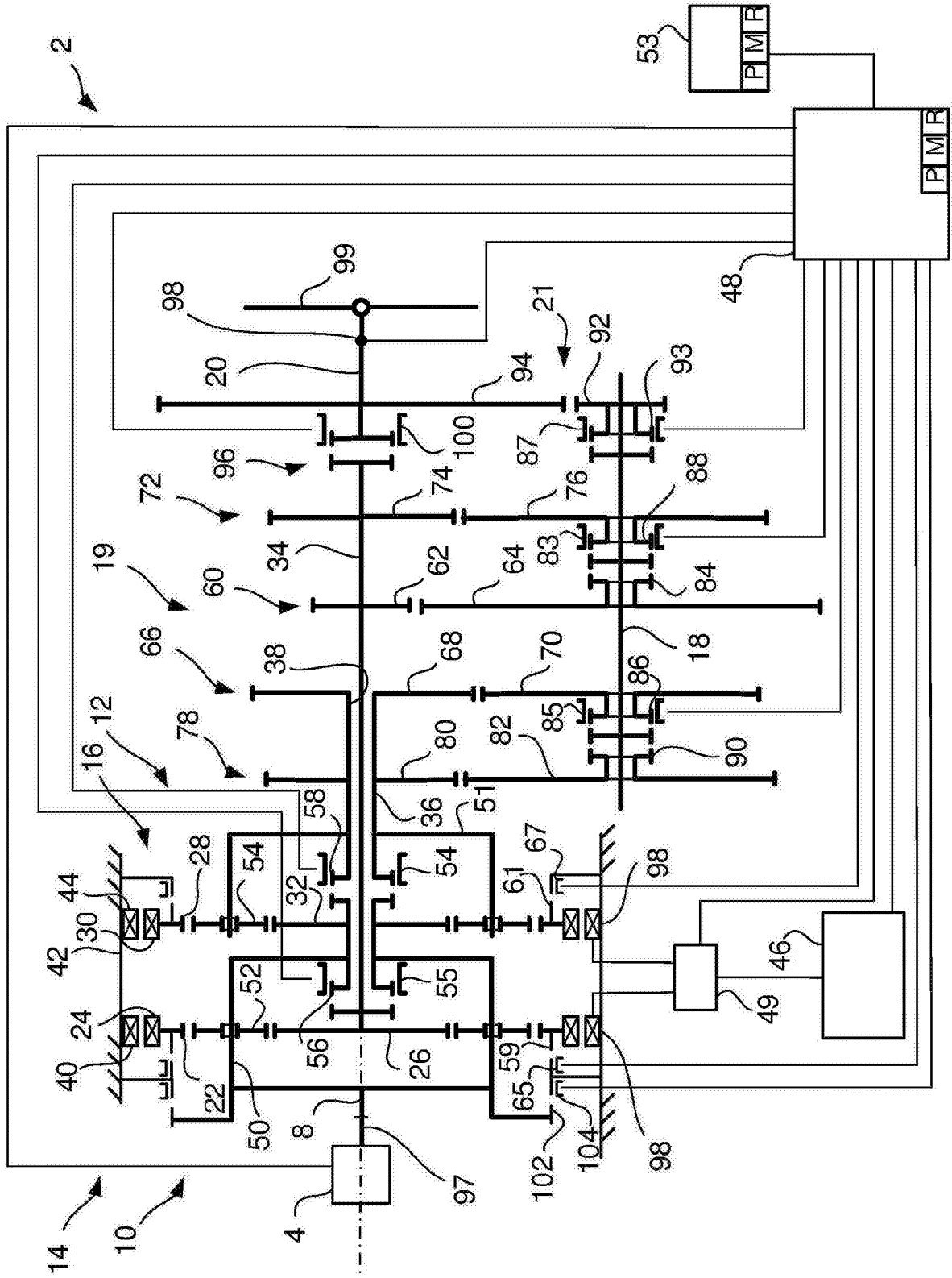


图2

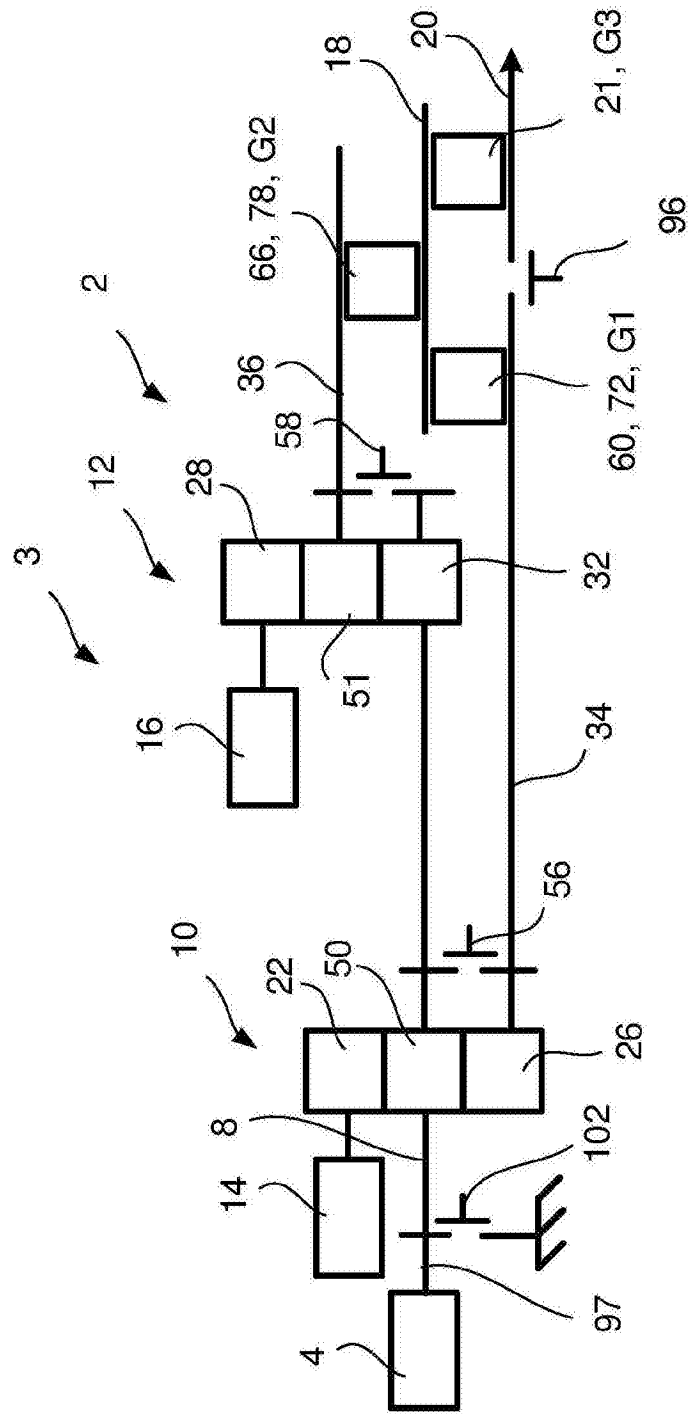


图3

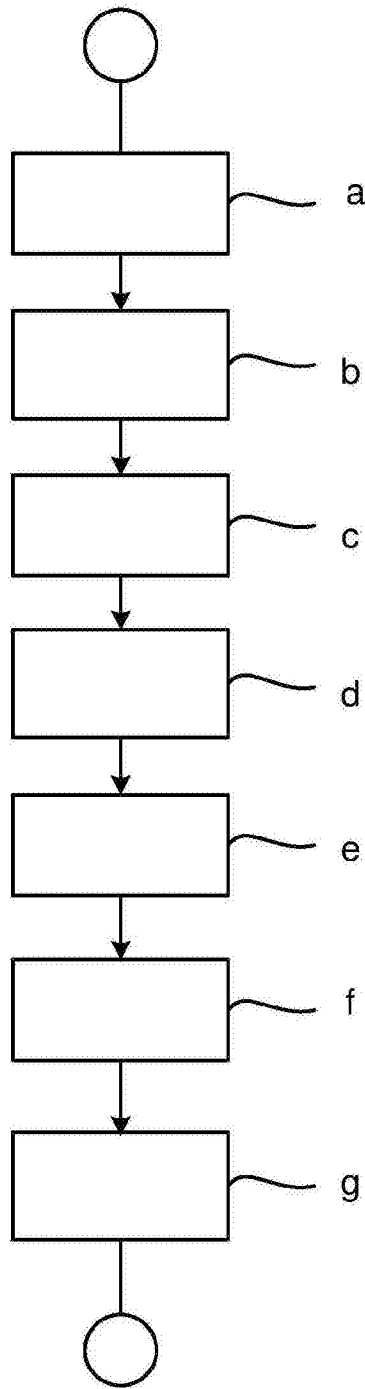


图4