



(51) МПК
B60K 6/365 (2007.10)
B60K 6/40 (2007.10)
B60K 6/445 (2007.10)
B60K 6/547 (2007.10)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/113 (2012.01)
B60W 20/00 (2006.01)
B60W 30/19 (2012.01)
F16H 61/688 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B60K 6/26 (2006.01); *B60K 6/365* (2006.01); *B60K 6/387* (2006.01); *B60K 6/442* (2006.01); *B60K 6/547* (2006.01); *B60W 10/06* (2006.01); *B60W 10/08* (2006.01); *B60W 10/113* (2006.01); *B60W 10/115* (2006.01); *B60W 10/26* (2006.01); *B60W 20/20* (2006.01); *B60W 20/30* (2006.01); *B60W 30/19* (2006.01); *F16H 3/728* (2006.01); *F16H 37/042* (2006.01); *F16H 61/0403* (2006.01); *F16H 61/682* (2006.01); *F16H 61/686* (2006.01); *F16H 63/502* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016140132, 17.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.03.2015Дата регистрации:
15.05.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
20.03.2014 SE 1450325-4

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2018 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 15.05.2018 Бюл. № 14

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 20.10.2016

(86) Заявка РСТ:
SE 2015/050305 (17.03.2015)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/142265 (24.09.2015)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЪЕРКМАН Матиас (SE),
ПЕТТЕРССОН Никлас (SE),
ЛИНДСТРЕМ Йохан (SE),
БЕРГКВИСТ Микаэль (SE)

(73) Патентообладатель(и):

СКАНИЯ СВ АБ (SE)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2003166429 A1, 04.09.2003. US 2009076694 A1, 19.03.2009. US 2008103002 A1, 01.05.2008.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ, ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО И ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

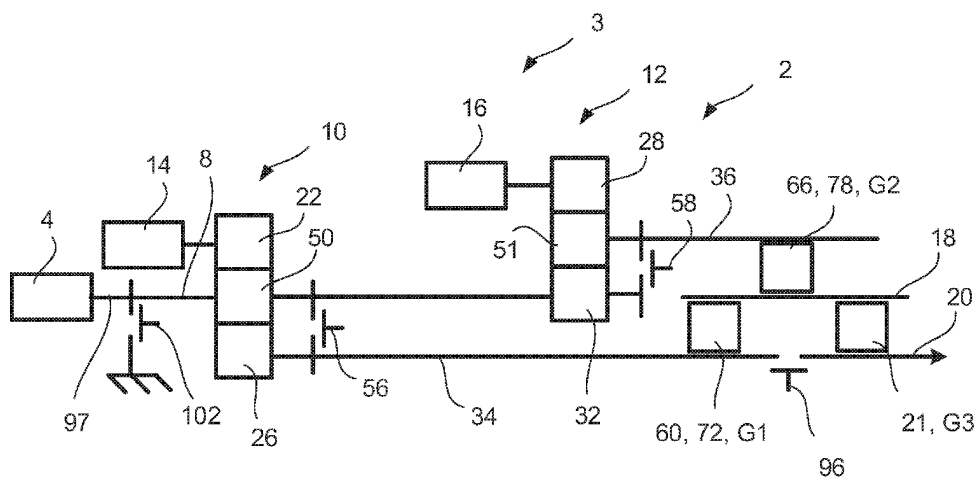
(57) Реферат:

Изобретение относится к гибридным транспортным средствам. В способе управления гибридной силовой передачей зацепляют шестерню, соответствующую одной зубчатой паре, соединенной с первой планетарной передачей в коробке передач, или

соответствующую одной зубчатой паре, соединенной со второй планетарной передачей и выходным валом. Далее выбирают шестерню посредством соединения двух вращающихся компонентов в первой или второй планетарной передаче друг с другом с использованием первого

или второго соединительного устройства. Затем управляют переключателем, соединенным с первой и второй электрическими машинами, для задания состояния ожидания первой электрической машины, если второе соединительное устройство соединяет два вращающихся компонента второй планетарной

передачи, и задания состояния ожидания второй электрической машины, если первое соединительное устройство соединяет два вращающихся компонента первой планетарной передачи. Минимизируются электрические потери. 3 н. и 9 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 3

RU 2653904 C2

RU 2653904 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B60K 6/365 (2007.10)
B60K 6/40 (2007.10)
B60K 6/445 (2007.10)
B60K 6/547 (2007.10)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/113 (2012.01)
B60W 20/00 (2006.01)
B60W 30/19 (2012.01)
F16H 61/688 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B60K 6/26 (2006.01); *B60K 6/365* (2006.01); *B60K 6/387* (2006.01); *B60K 6/442* (2006.01); *B60K 6/547* (2006.01); *B60W 10/06* (2006.01); *B60W 10/08* (2006.01); *B60W 10/113* (2006.01); *B60W 10/115* (2006.01); *B60W 10/26* (2006.01); *B60W 20/20* (2006.01); *B60W 20/30* (2006.01); *B60W 30/19* (2006.01); *F16H 3/728* (2006.01); *F16H 37/042* (2006.01); *F16H 61/0403* (2006.01); *F16H 61/682* (2006.01); *F16H 61/686* (2006.01); *F16H 63/502* (2006.01)

(21)(22) Application: 2016140132, 17.03.2015

(24) Effective date for property rights:
17.03.2015

Registration date:
15.05.2018

Priority:

(30) Convention priority:
20.03.2014 SE 1450325-4

(43) Application published: 27.04.2018 Bull. № 12

(45) Date of publication: 15.05.2018 Bull. № 14

(85) Commencement of national phase: 20.10.2016

(86) PCT application:
SE 2015/050305 (17.03.2015)

(87) PCT publication:
WO 2015/142265 (24.09.2015)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

**BJORKMAN, Mathias (SE),
PETTERSSON, Niklas (SE),
LINDSTROM, Johan (SE),
BERGQUIST, Mikael (SE)**

(73) Proprietor(s):

SCANIA CV AB (SE)

(54) **METHOD OF MANAGEMENT OF A HYBRID POWER TRANSMISSION, VEHICLE AND ELECTRONIC DEVICE FOR HYBRID POWER TRANSMISSION CONTROL**

(57) Abstract:

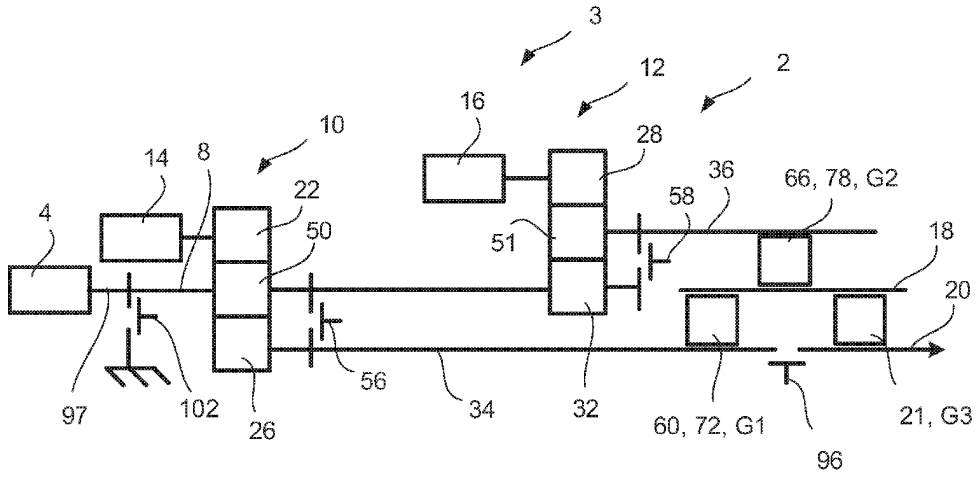
FIELD: transportation.

SUBSTANCE: invention relates to hybrid vehicles. In the hybrid power train control method, engaging the gear corresponding to one gear pair connected to the first planetary gear in the gearbox or corresponding to one gear pair connected to the second planetary gear and the output shaft. Next, selecting the gear by

connecting the two rotating components in the first or second planetary gear to each other using a first or second connection device. Next, controlling the switch connected to the first and second electric machines to set the first electric machine waiting state if the second connection device connects the second planetary gear two rotating components, and setting the second electric

machine waiting state if the first connection device connects the first planetary gear two rotating components.

EFFECT: minimizing the electrical losses.
12 cl, 4 dwg



ФИГ. 3

RU 2653904 C2

RU 2653904 C2

Область техники, к которой относится изобретение, и уровень техники

Настоящее изобретение относится к способу управления гибридной силовой передачей согласно преамбуле пункта 1 формулы изобретения. Изобретение также относится к транспортному средству, содержащему такую гибридную силовую передачу согласно преамбуле пункта 11 формулы изобретения, к компьютерной программе для управления такой гибридной силовой передачей и к компьютерному программному продукту, содержащему программный код, согласно преамбуле пункта 12 формулы изобретения.

Гибридные транспортные средства могут приводиться в движение посредством первичного двигателя, который может представлять собой двигатель внутреннего сгорания, и вторичного двигателя, который может представлять собой электрическую машину. Электрическая машина оснащена по меньшей мере одним устройством накопления энергии, таким как устройство накопления электрохимической энергии, для накопления электрической мощности, и управляющим оборудованием, чтобы управлять потоком электрической мощности между устройством накопления энергии и электрической машиной. Таким образом, электрическая машина может попеременно работать в качестве электромотора и в качестве генератора, в зависимости от рабочего режима транспортного средства. Когда транспортное средство тормозит, электрическая машина вырабатывает электрическую мощность, которая накапливается в устройстве накопления энергии. Это обычно упоминается в качестве рекуперативного торможения, которое влечет за собой то, что транспортное средство замедляется посредством электрической машины и двигателя внутреннего сгорания. Накопленная электрическая мощность используется позднее для работы транспортного средства.

Коробка передач в гибридном транспортном средстве может содержать планетарную передачу. Планетарная коробка передач обычно содержит три компонента, которые размещаются с возможностью вращения относительно друг друга, а именно, солнечное зубчатое колесо, водило зубчатых колес планетарной передачи и внутреннюю коронную шестерню. При наличии сведений относительно числа зубьев в солнечном зубчатом колесе и внутренней коронной шестерне, взаимные скорости вращения трех компонентов могут определяться в ходе работы. Один из компонентов планетарной передачи может соединяться с выходным валом в двигателе внутреннего сгорания. Таким образом, этот компонент планетарной передачи вращается со скоростью вращения, соответствующей скорости вращения выходного вала в двигателе внутреннего сгорания. Второй компонент в планетарной передаче может соединяться с входным валом для трансмиссионного устройства. Таким образом, этот компонент планетарной передачи вращается со скоростью вращения, идентичной скорости вращения входного вала для трансмиссионного устройства. Третий компонент в планетарной передаче используется для достижения гибридного режима работы, соединен с ротором в электрической машине. Таким образом, этот компонент в планетарной передаче вращается со скоростью вращения, идентичной скорости вращения ротора электрической машины, если они непосредственно соединяются друг с другом. Альтернативно, электрическая машина может соединяться с третьим компонентом планетарной передачи через трансмиссию, которая имеет передаточное отношение. В этом случае, электрическая машина и третий компонент в планетарной передаче могут вращаться с различными частотами вращения. Скорость вращения двигателя и/или крутящий момент электрической машины могут управляться бесступенчато. В течение периодов работы, когда на входной вал для трансмиссионного устройства должна подаваться требуемая скорость вращения и/или крутящий момент, устройство управления, имеющее сведения относительно скорости вращения двигателя для двигателя внутреннего сгорания,

вычисляет скорость вращения, с которой должен управляться третий компонент, для того, чтобы входной вал коробки передач получал требуемую скорость вращения.

Устройство управления приводит в действие электрическую машину, так что она предоставляет в третий компонент вычисленную скорость вращения двигателя и в силу этого во входной вал для трансмиссионного устройства требуемую скорость вращения.

Посредством соединения выходного вала двигателя внутреннего сгорания, ротора электрической машины и входного вала трансмиссионного устройства с планетарной передачей, может исключаться традиционный механизм муфты. При ускорении транспортного средства, увеличенный крутящий момент должен доставляться из двигателя внутреннего сгорания и электрической машины в трансмиссионное устройство и дополнительно на ведущие колеса транспортного средства. Поскольку как двигатель внутреннего сгорания, так и электрическая машина соединяются с планетарной передачей, наибольший возможный крутящий момент, доставляемый посредством двигателя внутреннего сгорания и электрической машины, будет ограничиваться посредством одного из этих модулей привода; т.е. того из них, максимальный крутящий момент которого ниже максимального крутящего момента второго модуля привода, с учетом передаточного отношения между ними. В случае если наибольший крутящий момент электрической машины ниже наибольшего крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, с учетом передаточного отношения между ними, электрическая машина не имеет возможности формировать достаточно большой реактивный крутящий момент в планетарную передачу, что влечет за собой то, что двигатель внутреннего сгорания не может передавать свой наибольший крутящий момент в трансмиссионное устройство и дополнительно на ведущие колеса транспортного средства. Таким образом, наибольший крутящий момент, который может передаваться в трансмиссионное устройство, ограничен прочностью электрической машины. Это также очевидно из так называемого планетарного уравнения.

Использование традиционной муфты, которая отсоединяет входной вал коробки передач от двигателя внутреннего сгорания в ходе процессов переключения передач в коробке передач, влечет за собой такие недостатки, как нагрев дисков муфты, что приводит к износу дисков муфты и повышенному расходу топлива. Традиционный механизм муфты также является относительно тяжелым и дорогостоящим. Он также занимает относительно большое пространство в транспортном средстве.

В транспортном средстве, зачастую ограничивается пространство, доступное для узла привода. Если узел привода содержит несколько компонентов, таких как двигатель внутреннего сгорания, электрическая машина, коробка передач и планетарная передача, конструкция должна быть компактной. Если предусмотрены дополнительные компоненты, такие как рекуперативное тормозное устройство, требования для составных частей иметь компактную конструкцию являются еще более строгими. Одновременно, составные части в узле привода должны быть сконструированы с размерами, которые позволяют поглощать требуемые силы и крутящий момент.

Для некоторых типов транспортных средств, в частности, для большегрузных транспортных средств и автобусов, требуется большое число ступеней зубчатой передачи. Таким образом, увеличивается число составных частей в коробке передач, которая также должна иметь такие размеры, чтобы иметь возможность поглощать большие силы и крутящий момент, возникающие в таких большегрузных транспортных средствах. Это приводит к увеличению размера и веса коробки передач.

Также предусмотрены требования по высокой надежности и высокой безотказности компонентов, содержащихся в приводном устройстве. В случае если коробка передач

содержит многодисковые муфты, возникает износ, который оказывает влияние на надежность и ресурс коробки передач.

При рекуперативном торможении, кинетическая энергия преобразуется в электрическую мощность, которая накапливается в устройстве накопления энергии, таком как аккумуляторы. Один фактор, оказывающий влияние на ресурс устройства накопления энергии, представляет собой число циклов, в которых устройство накопления энергии предоставляет и извлекает мощность в/из электрических машин. Чем больше циклов, тем меньше ресурс устройства накопления энергии.

В некоторых рабочих режимах, требуется выключать двигатель внутреннего сгорания, с целью экономии топлива и не допускать остывания системы очистки выхлопов двигателя внутреннего сгорания. Транспортное средство затем приводится в движение посредством электрической машины. Когда ввод крутящего момента требуется в гибридной силовой передаче, либо когда устройство накопления энергии должно быть заряжено, двигатель внутреннего сгорания должен запускаться быстро и эффективно.

Документ EP-B1-1126987 показывает коробку передач со сдвоенными планетарными передачами. Каждое солнечное зубчатое колесо планетарной передачи соединено с электрической машиной, и внутренние колеса планетарных передач соединяются друг с другом. Водило зубчатых колес планетарной передачи в каждой планетарной передаче соединено с определенным числом зубчатых пар, так что получается бесконечное число ступеней зубчатой передачи. Другой документ, EP-B1-1280677, также показывает то, как планетарные передачи могут шунтироваться со ступенью зубчатой передачи, расположенной на выходном валу двигателя внутреннего сгорания.

Документ US-A1-20050227803 показывает трансмиссию транспортного средства с двумя электрическими машинами, соединенными с соответствующими солнечными зубчатыми колесами в двух планетарных передачах. Планетарные передачи имеют общее водило зубчатых колес планетарной передачи, которое соединено с входным валом трансмиссии.

Документ WO2008/046185-A1 показывает гибридную трансмиссию с двумя планетарными передачами, при этом одна электрическая машина соединена с одной из планетарных передач, и сдвоенная муфта взаимодействует со второй планетарной передачей. Обе планетарные передачи также взаимодействуют друг с другом через зубчатую трансмиссию.

Раскрытие изобретения

Несмотря на решения уровня техники в данной области техники, имеется потребность в том, чтобы дополнительно разрабатывать способ управления гибридной силовой передачей, при одновременной минимизации электрических потерь.

Цель изобретения состоит в том, чтобы предоставлять новый и преимущественный способ управления гибридной силовой передачей, при одновременной минимизации электрических потерь.

Другая цель изобретения состоит в том, чтобы предоставлять новую и преимущественную компьютерную программу для управления гибридной силовой передачей, при одновременной минимизации электрических потерь.

Эти цели достигаются за счет способа, указываемого в начале, который отличается посредством признаков, указываемых в отличительной части по п.1.

Эти цели также достигаются за счет транспортного средства, указываемого в начале, которое отличается посредством признаков, указываемых в отличительной части по п.11.

Эти цели также достигаются за счет компьютерной программы для управления

коробкой передач, которая отличается посредством признаков, указываемых в отличительной части по п.12.

Эти цели также достигаются за счет компьютерного программного продукта для управления коробкой передач, который отличается посредством признаков, указываемых в отличительной части по п.12.

Способ предоставляет эффективный и надежный способ управления гибридной силовой передачей, содержащей двигатель внутреннего сгорания; коробку передач с входным валом и выходным валом, причем двигатель внутреннего сгорания соединен с входным валом; первую планетарную передачу, которая соединена с входным валом; вторую планетарную передачу, соединенную с первой планетарной передачей; первую электрическую машину, соединенную с первой планетарной передачей; вторую электрическую машину, соединенную со второй планетарной передачей; по меньшей мере, одну зубчатую пару, соединенную с первой планетарной передачей и выходным валом; и по меньшей мере одну зубчатую пару, соединенную со второй планетарной передачей и выходным валом. Способ включает этапы: а) зацепления шестерни, соответствующей по меньшей мере одной зубчатой паре, соединенной с первой планетарной передачей в коробке передач, или соответствующей по меньшей мере одной зубчатой паре, соединенной со второй планетарной передачей и выходным валом; б) выбора шестерни посредством соединения двух вращающихся компонентов в первой планетарной передаче друг с другом, через первое соединительное устройство; или посредством соединения двух вращающихся компонентов во второй планетарной передаче друг с другом, через второе соединительное устройство; и с) управления переключателем, соединенным с первой и второй электрическими машинами, таким образом, что первая электрическая машина задается в состояние ожидания, если второе соединительное устройство соединяет два вращающихся компонента во второй планетарной передаче друг с другом, и таким образом, что вторая электрическая машина задается в состояние ожидания, если соединительное устройство кулака соединяет два вращающихся компонента первой планетарной передачи друг с другом.

Каждая электрическая машина может допускать определенное число различных состояний. В одном состоянии, электрическая машина вводит крутящий момент, и она затем работает в качестве электромотора. Во втором состоянии, электрическая машина работает в качестве генератора. В другом состоянии, электрическая машина задается в состояние ожидания или в ждущее состояние, в котором электрическая машина не работает ни в качестве электромотора, ни в качестве генератора.

Переключатель может состоять из инвертора или переключателя, который содержит одну или несколько ступеней приведения в действие для электрических машин. Посредством управления переключателем таким образом, что ступени приведения в действие переключателя становятся выведенными из действия, электрические машины должны задаваться в состояние ожидания. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда электрические машины вращаются в режиме холостого хода.

Электрические машины, которые соединены с планетарными передачами, могут вырабатывать мощность и/или подавать крутящий момент в зависимости от требуемого рабочего режима. Электрические машины, в определенные периоды работы, также могут подавать друг в друга мощность.

Посредством соединения первого водила зубчатых колес планетарной передачи в первой планетарной передаче, соединенной со вторым солнечным зубчатым колесом во второй планетарной передаче, первого солнечного зубчатого колеса в первой

планетарной передаче, соединенной с первым главным валом, и второго водила зубчатых колес планетарной передачи во второй планетарной передаче, соединенной со вторым главным валом, может получаться трансмиссия, которая переключает передачи без прерывания крутящего момента.

5 Надлежащим образом, первое водило зубчатых колес планетарной передачи в первой планетарной передаче непосредственно соединено с двигателем внутреннего сгорания через входной вал. Альтернативно, первое водило зубчатых колес планетарной передачи соединено с двигателем внутреннего сгорания через соединительное устройство. Второе водило зубчатых колес планетарной передачи во второй планетарной передаче
10 предпочтительно непосредственно соединено со вторым главным валом и, следовательно, с трансмиссионным устройством. Таким образом, гибридная силовая передача может передавать большой крутящий момент во всех рабочих режимах, без зависимости от электрической мощности из устройства накопления энергии.

Согласно одному варианту осуществления, первый главный вал соединен с солнечным
15 зубчатым колесом, расположенным в первой планетарной передаче. Альтернативно, первый главный вал соединен с коронной шестерней, расположенной в первой планетарной передаче.

Согласно одному варианту осуществления, вторая планетарная передача соединена с первой планетарной передачей посредством соединения первого водила зубчатого
20 колеса планетарной передачи со вторым солнечным зубчатым колесом, расположенным во второй планетарной передаче. Альтернативно, обе планетарные передачи соединяются друг с другом посредством соединения первого водила зубчатого колеса планетарной передачи со второй внутренней коронной шестерней, расположенной во второй планетарной передаче.

Коробка передач может быть оснащена определенным числом зубчатых пар,
25 содержащих зубчатые колеса, которые могут механически фиксироваться на и высвобождаться от промежуточного вала. Таким образом, получается определенное число фиксированных ступеней зубчатой передачи, которые могут переключаться без прерывания крутящего момента. Зубчатые колеса, которые могут фиксироваться на
30 промежуточном валу, также приводят к компактной конструкции с высокой надежностью и высокой безотказностью. Альтернативно, сателлитные шестерни в зубчатых парах могут быть выполнены с возможностью быть стопоримыми с и отсоединяемыми от первого и/или второго главного вала.

За счет коробки передач согласно изобретению, могут исключаться традиционные
35 муфты проскальзывания между двигателем внутреннего сгорания и коробкой передач.

Стопорящий механизм выполнен с возможностью фиксированным образом соединять
выходной вал двигателя внутреннего сгорания с картером коробки передач. Таким образом, первое водило зубчатых колес планетарной передачи также должно фиксироваться в картере коробки передач. Посредством стопорения выходного вала
40 двигателя внутреннего сгорания посредством стопорящего механизма и первого водила зубчатых колес планетарной передачи посредством картера коробки передач, коробка передач и в силу этого транспортное средство становится адаптированным для электроснабжения посредством электрических машин. Таким образом, электрические машины выдают крутящий момент на выходной вал коробки передач.

Первое и второе соединительное устройство размещаются между водилом зубчатых
45 колес планетарной передачи и солнечным зубчатым колесом соответствующих планетарных передач. Задача соединительных устройств состоит в том, чтобы стопорить соответствующие водила зубчатых колес планетарной передачи посредством солнечного

зубчатого колеса. Когда водило зубчатых колес планетарной передачи и солнечное зубчатое колесо соединяются друг с другом, мощность из двигателя внутреннего сгорания должна проходить через водило зубчатых колес планетарной передачи, соединительное устройство, солнечное зубчатое колесо и далее в коробку передач, что влечет за собой то, что зубчатые колеса планетарной передачи не поглощают крутящий момент. Это влечет за собой то, что размер зубчатых колес планетарной передачи может быть адаптирован только к крутящему моменту электрической машины вместо крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, что, в свою очередь, означает то, что зубчатые колеса планетарной передачи могут быть сконструированы с меньшими размерами. Таким образом, получается узел привода согласно изобретению, который имеет компактную конструкцию, низкий вес и низкие затраты на изготовление.

Соединительные устройства и стопорящие механизмы предпочтительно содержат кольцевую втулку, которая переключается аксиально между соединенным и отсоединенным состоянием. Втулка размещает, по существу концентрически, вращающиеся компоненты коробки передач и перемещается между соединенным и отсоединенным состоянием посредством силового элемента. Таким образом, получается компактная конструкция с низким весом и низкими затратами на изготовление.

Чтобы соединить, посредством первого и второго соединительного устройства, соответственно, солнечное зубчатое колесо и водило зубчатых колес планетарной передачи для соответствующей планетарной передачи, двигатель внутреннего сгорания и/или первая электрическая машина, и/или вторая электрическая машина управляется таким образом, что достигается синхронная скорость вращения между солнечным зубчатым колесом и водилом зубчатых колес планетарной передачи. Когда достигнута синхронная скорость вращения, соединительное устройство переключается, так что солнечное зубчатое колесо и водило зубчатых колес планетарной передачи становятся механически соединенными друг с другом.

Чтобы отсоединять водило зубчатых колес планетарной передачи для соответствующей планетарной передачи и солнечное зубчатое колесо друг от друга, первая и/или вторая электрическая машина управляется таким образом, что равновесие крутящих моментов достигается в планетарной передаче. Когда достигнуто равновесие крутящих моментов, соединительное устройство переключается, так что солнечное зубчатое колесо и водило зубчатых колес планетарной передачи более не соединяются механически друг с другом.

Равновесие крутящих моментов связано с состоянием, в котором крутящий момент действует на внутреннюю коронную шестерню, расположенную в планетарной передаче, представляющий собой произведение крутящего момента, действующего на водило зубчатых колес планетарной передачи планетарной передачи, и передаточного отношения планетарной передачи, при этом одновременно крутящий момент действует на солнечное зубчатое колесо планетарной передачи, представляющий собой произведение крутящего момента, действующего на водило зубчатых колес планетарной передачи, и (1-передаточное отношение планетарной передачи). В случае если две из составных частей планетарной передачи, т.е. солнечное зубчатое колесо, внутренняя коронная шестерня или водила зубчатых колес планетарной передачи, соединяются с соединительным устройством, это соединительное устройство не передает крутящий момент между частями планетарной передачи, когда равновесие крутящих моментов преобладает. Соответственно, соединительное устройство может легко переключаться, и составные части планетарной передачи могут отсоединяться.

Краткое описание чертежей

Ниже приводится описание, в качестве примера, предпочтительных вариантов осуществления изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 схематично показывает транспортное средство при виде сбоку с двигателем внутреннего сгорания и гибридной силовой передачей, содержащей коробку передач, которая управляется согласно настоящему изобретению,

Фиг.2 показывает схематичный вид сбоку гибридной силовой передачи с коробкой передач, которая управляется согласно настоящему изобретению,

Фиг.3 показывает упрощенный схематичный вид гибридной силовой передачи на фиг.2, и

Фиг.4 показывает блок-схему последовательности операций способа управления коробкой передач согласно настоящему изобретению.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Фиг.1 показывает схематичный вид сбоку транспортного средства 1, содержащего коробку 2 передач и двигатель 4 внутреннего сгорания, которые содержатся в гибридной силовой передаче 3. Двигатель 4 внутреннего сгорания соединен с коробкой 2 передач, и коробка 2 передач дополнительно соединен с ведущими колесами 6 транспортного средства 1 через карданный вал 9. Ведущие колеса 6 оснащены тормозными устройствами 7, чтобы осуществлять торможение транспортного средства 1.

Фиг.2 показывает схематичный вид сбоку гибридной силовой передачи 3 с коробкой 2 передач, содержащей входной вал 8, первую и вторую планетарную передачу 10 и 12, соответственно, первую и вторую электрическую машину 14 и 16, соответственно, промежуточный вал 18 и выходной вал 20. Гибридная силовая передача содержит двигатель 4 внутреннего сгорания, соединенный с коробкой 2 передач. Двигатель 4 внутреннего сгорания соединен с коробкой 2 передач через входной вал 8 коробки передач. Двигатель внутреннего сгорания имеет выходной вал 97. Выходной вал 97 двигателя 4 внутреннего сгорания соединен с входным валом коробки 2 передач. Первая планетарная передача 10 имеет первую внутреннюю коронную шестерню 22, с которой соединен первый ротор 24 в первой электрической машине 14. Первая планетарная передача 10 также имеет первое солнечное зубчатое колесо 26 и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи. Первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи соединено с двигателем 4 внутреннего сгорания через входной вал 8 коробки передач. Вторая планетарная передача 12 имеет вторую внутреннюю коронную шестерню 28, с которой соединен второй ротор 30 второй электрической машины 16. Вторая планетарная передача 12 имеет второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи. Первое и второе солнечные зубчатые колеса 26 и 32, соответственно, размещаются коаксиально, что, согласно, показанному варианту осуществления, влечет за собой то, что первый главный вал 34, расположенный на первом солнечном зубчатом колесе 26, идет внутри второго главного вала 36, который оснащен центральным отверстием 38, расположенным на втором водиле 51 зубчатых колес планетарной передачи. Также можно размещать первое и второе солнечные зубчатые колеса 26 и 32, соответственно, а также первый главный вал 34 и второй главный вал 36, параллельно и рядом друг с другом. В этом случае, промежуточный вал 18 надлежащим образом расположен между первым главным валом 34 и вторым главным валом 36, и крутящий момент может извлекаться непосредственно из промежуточного вала 18. Таким образом, промежуточный вал 18 составляет, в этом случае, выходной вал 20.

Двигатель 4 внутреннего сгорания соединен с первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи, и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи

соединено со вторым солнечным зубчатым колесом 32.

Первая электрическая машина 14 оснащена первым статором 40, который соединен с транспортным средством 1 через картер 42 коробки передач, окружающий коробку 2 передач. Вторая электрическая машина 16 оснащена вторым статором 44, который соединен с транспортным средством 1 через картер 42 коробки передач, окружающий коробку 2 передач. Первая и вторая электрическая машина 16 соединяются с устройством 46 накопления энергии, таким как аккумулятор, который, в зависимости от рабочего режима транспортного средства 1, управляет электрическими машинами 14 и 16, соответственно. В других рабочих режимах, электрические машины 14 и 16, соответственно, могут работать в качестве генераторов, при этом мощность подается в устройство 46 накопления энергии. Электронное устройство 48 управления соединено с устройством 46 накопления энергии и управляет подачей мощности в электрические машины 14 и 16, соответственно. Предпочтительно, устройство 46 накопления энергии соединено с электрическими машинами 14 и 16, соответственно, через переключатель 49, который соединен с устройством 48 управления. В некоторых рабочих режимах, электрические машины 14 и 16, соответственно, также могут управлять друг другом. Электрическая мощность затем направляется из одной из электрических машин 14, 16 во вторую электрическую машину 14, 16 через переключатель 49, соединенный с электрическими машинами 14, 16. Таким образом, можно добиваться баланса мощностей между электрическими машинами 14, 16. Другой компьютер 53 также может соединяться с устройством 48 управления и коробкой 2 передач.

Первая планетарная передача 10 оснащена первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи, на котором монтируется первый набор зубчатых колес 52 планетарной передачи. Вторая планетарная передача 12 оснащена вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи, на котором монтируется второй набор зубчатых колес 54 планетарной передачи. Первый набор зубчатых колес 52 планетарной передачи взаимодействует с первой внутренней коронной шестерней 22 и первым солнечным зубчатым колесом 26. Вторым набором зубчатых колес 54 планетарной передачи взаимодействует со второй внутренней коронной шестерней 28 и вторым солнечным зубчатым колесом 32. Входной вал 8 коробки 2 передач соединен с первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи.

Первое соединительное устройство 56 расположено между первым солнечным зубчатым колесом 26 и первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи. Посредством расположения первого соединительного устройства 56 таким образом, что первое солнечное зубчатое колесо 26 и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи соединяются друг с другом и, следовательно, не могут вращаться относительно друг друга, первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 26 должны вращаться с равными частотами вращения.

Второе соединительное устройство 58 расположено между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи. Посредством расположения второго соединительного устройства 58 таким образом, что второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи соединяются друг с другом и, следовательно, не могут вращаться относительно друг друга, второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 32 должны вращаться с равными частотами вращения.

Предпочтительно, первое и второе соединительные устройства 56, 58 содержат первую и вторую соединительную шлицевую втулку 55 и 57, соответственно, которые являются аксиально переключаемыми на шлицевые секции, соответственно, на первом

и втором водиле 50 и 51 зубчатых колес планетарной передачи и на шлицевые секции на соответствующих солнечных зубчатых колесах 26 и 32. Посредством переключения соответствующей соединительной втулки 55, 57 таким образом, что шлицевые секции соединяются через соответствующие соединительные втулки 55, 57, первое водило 50
5 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 26, а также второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи и второе солнечное зубчатое колесо 32, соответственно, становятся взаимно сцепленными друг с другом и не могут вращаться относительно друг друга.

Первое и второе соединительное устройство 56, 58 согласно варианту осуществления, показанному на фиг.2, размещаются между первым солнечным зубчатым колесом 26
10 и первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и между вторым солнечным зубчатым колесом 28 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи, соответственно. Тем не менее, можно размещать дополнительное или альтернативное соединительное устройство (не показано) между первой внутренней коронной шестерней
15 22 и первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи, а также размещать дополнительное или альтернативное соединительное устройство (не показано) между второй внутренней коронной шестерней 28 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи.

Первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи для первой планетарной
20 передачи 10 в этом варианте осуществления фиксированным образом соединено со вторым солнечным зубчатым колесом 32 второй планетарной передачи 12.

Альтернативно, первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи фиксированным образом соединено со второй внутренней коронной шестерней 28 второй планетарной
передачи 12.

Трансмиссионное устройство 19, которое содержит первую зубчатую пару 60,
25 расположенную между первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20, соединена с первым и вторым главным валом 34, 36. Первая зубчатая пара 60 содержит первую сателлитную шестерню 62 и первое зубчатое колесо 64, которые находятся в зацеплении друг с другом. Вторая зубчатая пара 66 расположена между второй
30 планетарной передачей 12 и выходным валом 20. Вторая зубчатая пара 66 содержит вторую сателлитную шестерню 68 и второе зубчатое колесо 70, которые находятся в зацеплении друг с другом. Третья зубчатая пара 72 расположена между первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20. Третья зубчатая пара 72 содержит третью сателлитную шестерню 74 и третье зубчатое колесо 76, которые находятся в
35 зацеплении друг с другом. Четвертая зубчатая пара 78 расположена между второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20. Четвертая зубчатая пара 78 содержит четвертую сателлитную шестерню 80 и четвертое зубчатое колесо 82, которые находятся в зацеплении друг с другом.

На первом главном валу 34, размещаются первая и третья сателлитные шестерни 62
40 и 74, соответственно. Первая и третья сателлитные шестерни 62 и 74, соответственно, фиксированным образом соединяются с первым главным валом 34, так что они не могут вращаться относительно первого главного вала 34. На втором главном валу 36, размещаются вторая и четвертая сателлитные шестерни 68 и 80, соответственно. Вторая и четвертая сателлитные шестерни 68 и 80, соответственно, фиксированным образом
45 соединяются со вторым главным валом 36, так что они не могут вращаться относительно второго главного вала 36.

Промежуточный вал 18 идет по существу параллельно с первым и вторым главным валом 34 и 36, соответственно. На промежуточном валу 18, монтируются первое, второе,

третье и четвертое зубчатые колеса 64, 70, 76 и 82, соответственно. Первая сателлитная шестерня 62 зацепляется с первым зубчатым колесом 64, вторая сателлитная шестерня 68 зацепляется со вторым зубчатым колесом 70, третья сателлитная шестерня 74 зацепляется с третьим зубчатым колесом 76, и четвертая сателлитная шестерня 80 зацепляется с четвертым зубчатым колесом 82.

Первое, второе, третье и четвертое зубчатые колеса 64, 70, 76 и 82, соответственно, могут по отдельности фиксироваться на и высвобождаются от промежуточного вала 18 посредством первого, второго, третьего и четвертого соединительных элементов 84, 86, 88 и 90, соответственно. Соединительные элементы 84, 86, 88 и 90, соответственно, предпочтительно состоят из шлицевых секций на зубчатых колесах 64, 70, 76 и 82, соответственно, и на промежуточном валу 18, которые взаимодействуют с пятой и шестой соединительными втулками 83, 85, которые механически зацепляются со шлицевыми секциями соответствующего первого-четвертого зубчатого колеса 64, 70, 76 и 82 и промежуточного вала 18. Первый и третий соединительные элементы 84, 88 предпочтительно оснащены общей соединительной втулкой 83, и второй и четвертой соединительные элементы 86, 90 предпочтительно оснащены общей соединительной втулкой 85. В расцепленном состоянии, относительное вращение может возникать между зубчатыми колесами 64, 70, 76 и 82 и промежуточным валом 18. Соединительные элементы 84, 86, 88 и 90, соответственно, также могут состоять из фрикционных муфт. На промежуточном валу 18 также расположен пятое зубчатое колесо 92, которое зацепляется с шестым зубчатым колесом 92, 94, которое расположен на выходном валу 20 коробки 2 передач.

Промежуточный вал 18 расположен между соответствующими первой и второй планетарными передачами 10, 12 и выходным валом 20, так что промежуточный вал 18 соединен с выходным валом 20 через пятую зубчатую пару 21, которая содержит пятое и шестое зубчатое колесо 92, 94. Пятое зубчатое колесо 92 расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18 посредством пятого соединительного элемента 93.

Посредством отсоединения пятого зубчатого колеса 92, которое выполнено с возможностью быть отсоединяемым от промежуточного вала 18, можно передавать крутящий момент из второй планетарной передачи 12 на промежуточный вал 18, например, через вторую зубчатую пару 66 и дополнительно передавать крутящий момент из промежуточного вала 18 на выходной вал 20, например, через первую зубчатую пару 60. Таким образом, получается число ступеней зубчатой передачи, при котором крутящий момент из одной из планетарных передач 10, 12 может передаваться на промежуточный вал 18 и далее из промежуточного вала 18 на главный вал 34, 36, соединенный со второй планетарной передачей 10, 12, в завершение, чтобы передавать крутящий момент на выходной вал 20 коробки 2 передач. Тем не менее, это предполагает то, что соединен соединительный механизм 96, расположенный между первым главным валом 34 и выходным валом 20, который подробнее описан ниже.

Пятое зубчатое колесо 92 может фиксироваться на и высвобождаются от промежуточного вала 18 посредством пятого соединительного элемента 93. Соединительный элемент 93 предпочтительно состоит из шлицевых секций, адаптированных на пятом зубчатом колесе 92 и промежуточном валу 18, причем эти секции взаимодействуют с девятой соединительной втулкой 87, которая механически зацепляется со шлицевыми секциями пятого зубчатого колеса 92 и промежуточного вала 18. В расцепленном состоянии, относительное вращение может возникать между пятым зубчатым колесом 92 и промежуточным валом 18. Пятый соединительный

элемент 93 также может состоять из фрикционных муфт.

Передача крутящего момента из входного вала 8 коробки 2 передач на выходной вал 20 коробки 2 передач может возникать через первую или вторую планетарную передачу 10 и 12, соответственно, и промежуточный вал 18. Передача крутящего момента также может возникать непосредственно через первую планетарную передачу 10, первое солнечное зубчатое колесо 26 которой соединено, через первый главный вал 34, с выходным валом 20 коробки 2 передач через соединительный механизм 96.

Соединительный механизм 96 предпочтительно содержит седьмую соединительную шлицевую втулку 100, которая является аксиально переключаемой на первом главном валу 34 и на шлицевых секциях выходного вала 20. Посредством переключения седьмой соединительной втулки 100 таким образом, что шлицевые секции соединяются через седьмую соединительную втулку 100, первый главный вал 34 становится застопоренным посредством выходного вала 20, которые при вращении в силу этого должны иметь идентичную скорость вращения. Посредством отсоединения пятого зубчатого колеса 92 пятой зубчатой пары 21 от промежуточного вала 18, крутящий момент из второй планетарной передачи 12 может передаваться на промежуточный вал 18 и далее из промежуточного вала 18 на первый главный вал 34, соединенный с первой планетарной передачей 10, чтобы, в завершение, передавать крутящий момент через соединительный механизм 96 на выходной вал 20 коробки 2 передач.

В некоторых рабочих режимах, коробка 2 передач может работать таким образом, что одно из солнечных зубчатых колес 26 и 32, соответственно, стопорится посредством первого и второго водила 50 и 51 зубчатых колес планетарной передачи, соответственно, с использованием первого и второго соединительного устройства 56 и 58, соответственно. Первый и второй главный вал 34 и 36, соответственно, затем получают скорость вращения, идентичную скорости вращения входного вала 8 коробки 2 передач, в зависимости от которой солнечное зубчатое колесо 26 и 32, соответственно, стопорится посредством соответствующих водил 50 и 51 зубчатых колес планетарной передачи. Одна или обе из электрических машин 14 и 16, соответственно, могут работать в качестве генератора для того, чтобы вырабатывать электрическую мощность в устройство 46 накопления энергии. Альтернативно, электрическая машина 14 и 16, соответственно, может предоставлять ввод крутящего момента, чтобы за счет этого увеличивать крутящий момент на выходном валу 20. В некоторые периоды работы, электрические машины 14 и 16, соответственно, подают друг в друга электрическую мощность, независимо от устройства 46 накопления энергии.

Также возможно то, что как первая, так и вторая электрическая машина 14 и 16, соответственно, вырабатывают мощность в устройство 46 накопления энергии. При торможении двигателем, водитель отпускает педаль акселератора (не показана) транспортного средства 1. Выходной вал 20 коробки 2 передач затем управляет одной или обеими электрическими машинами 14 и 16, соответственно, в то время как двигатель 4 внутреннего сгорания и электрические машины 14 и 16, соответственно, тормозят двигателем. Электрические машины 14 и 16, соответственно, в этом случае вырабатывают электрическую мощность, которая накапливается в устройстве 46 накопления энергии в транспортном средстве 1. Это рабочее состояние упоминается в качестве рекуперативного торможения. Чтобы способствовать более мощному тормозному эффекту, выходной вал 97 двигателя 4 внутреннего сгорания может стопориться, и за счет этого может не допускаться его вращение. Таким образом, только одна или обе электрические машины 14 и 16, соответственно, должны выступать в качестве тормозов и 16, чтобы вырабатывать электрическую мощность, которая

накапливается в устройстве 46 накопления энергии. Стопорение выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания также может выполняться, когда транспортное средство должно ускоряться только посредством одной или обеих электрических машин 14 и 16, соответственно. Если крутящий момент одной или обеих соответствующих электрических машин 14 и 16 преодолевает крутящий момент из двигателя 4 внутреннего сгорания, и с учетом передаточного отношения между ними, в таком случае двигатель 4 внутреннего сгорания не имеет возможность сопротивляться большому крутящему моменту, который формируют соответствующие электрические машины 14 и 16, так что появляется необходимость стопорить выходной вал 97 двигателя 4 внутреннего сгорания. Стопорение выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания предпочтительно выполняется посредством стопорящего устройства 102, которое расположено между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и картером 42 коробки передачи. Посредством стопорения первого водила 50 зубчатых колес планетарной передачи и картера 42 коробки передач, выходной вал 97 двигателя 4 внутреннего сгорания также должен стопориться, поскольку выходной вал 97 двигателей 4 внутреннего сгорания соединен с первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи через входной вал 8 коробки передач. Стопорящее устройство 102 предпочтительно содержит восьмую соединительную шлицевую втулку 104, которая является аксиально переключаемой на шлицевые секции первого водила 50 зубчатых колес планетарной передачи и на шлицевые секции картера коробки передач. Посредством переключения восьмой соединительной втулки 104 таким образом, что шлицевые секции соединяются через соединительную втулку 104, не допускается вращение первого водила 50 зубчатых колес планетарной передачи и, следовательно, выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания.

Устройство 48 управления соединено с электрическими машинами 14 и 16, соответственно, чтобы управлять соответствующими электрическими машинами 14 и 16 таким образом, что они, в течение определенных периодов работы, используют накопленную электрическую мощность для подачи мощности приведения в движение на выходной вал 20 коробки 2 передач, и в течение других периодов работы используют кинетическую энергию выходного вала 20 коробки 2 передач для того, чтобы извлекать и накапливать электрическую мощность. Таким образом, устройство 48 управления определяет скорость вращения и/или крутящий момент выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания через датчики 98, расположенные в электрических машинах 14 и 16, соответственно, и на выходном валу 20 коробки 2 передач, чтобы за счет этого собирать информацию и управлять электрическими машинами 14 и 16, соответственно, таким образом, что они работают в качестве электромоторов или генераторов. Устройство 48 управления может представлять собой компьютер с программным обеспечением, подходящий для этой цели. Устройство 48 управления также управляет потоком мощности между устройством 46 накопления энергии и соответствующими статорами 40 и 44 электрических машин 14 и 16, соответственно. В периоды времени, когда электрические машины 14 и 16, соответственно, работают в качестве двигателей, накопленная электрическая мощность подается из устройства 46 накопления энергии в соответствующие статоры 40 и 44. В периоды времени, когда электрические машины 14 и 16 работают в качестве электрической мощности генераторов, подается из соответствующих статоров 40 и 44 в устройство 46 накопления энергии. Тем не менее, как указано выше, электрические машины 14 и 16, соответственно, могут, в течение определенных периодов работы, подавать друг в друга электрическую мощность, независимо от устройства 46 накопления энергии. Переключатель 49 может состоять

из инвертора или переключателя, который содержит одну или несколько ступеней приведения в действие (не показаны) для электрических машин 14, 16. Посредством управления переключателем 49 таким образом, что электрические машины 14, 16 задаются в состояние ожидания, ступени приведения в действие переключателя 49 выводятся из действия. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда электрические машины 14, 16 вращаются в режиме холостого хода.

Электрические машины 14 и 16, соответственно, могут допускать определенное число различных состояний. В одном состоянии, электрическая машина 14 и 16, соответственно, вводит крутящий момент и затем работает в качестве электромотора. Во втором состоянии, электрическая машина 14 и 16, соответственно, работает в качестве генератора. В дополнительном состоянии, электрическая машина 14 и 16, соответственно, задается в состояние ожидания или в ждущее состояние, в котором электрическая машина 14 и 16, соответственно, работает в качестве электромотора или в качестве генератора.

Первое и второе соединительные устройства 56 и 58, соответственно, первый, второй, третий, четвертый и пятый соединительные элементы 84, 86, 88, 90 и 93, соответственно, соединительный механизм 96 между первым главным валом 34 и выходным валом 20 и стопорящее устройство 102 между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и картером 42 коробки передач соединяются с устройством 48 управления через соответствующие соединительные втулки. Эти компоненты предпочтительно приводятся в действие и выводятся из действия посредством электрических сигналов из устройства 48 управления. Соединительные втулки предпочтительно переключаются посредством непоказанных силовых элементов, таких как цилиндры с гидравлическим или пневматическим управлением. Также можно переключать соединительные втулки посредством силовых элементов с электроприводом.

Примерный вариант осуществления на фиг.2 показывает четыре сателлитные шестерни 62, 68, 74 и 80, соответственно, и четыре зубчатых колеса 64, 70, 76 и 82, соответственно, и две соответствующих планетарных передачи 10 и 12, с ассоциированными электрическими машинами 14 и 16, соответственно. Тем не менее, можно адаптировать коробку 2 передач с большим или меньшим числом сателлитных шестерен и зубчатых колес и с большим числом планетарных передач с ассоциированными электрическими машинами.

Фиг.3 иллюстрирует гибридную силовую передачу 3 согласно фиг.2 в упрощенном виде, на котором некоторые компоненты исключены для ясности. G1 на фиг.3 состоит по меньшей мере из одной зубчатой пары, соединенной с первым главным валом 34 и, следовательно, с первой планетарной передачей 10, и зубчатая пара G2 состоит по меньшей мере из одной зубчатой пары, соединенной со вторым главным валом 36 и, следовательно, со второй планетарной передачей 12. Эти зубчатые пары G1, G2 также соединяются с выходным валом 20 через промежуточный вал 18. G1 и G2, соответственно, могут состоять из одной или нескольких зубчатых пар. Зубчатая пара G1, соединенная с первой планетарной передачей 10, например, может состоять из первой зубчатой пары 60 и/или третьей зубчатой пары 72, как описано на фиг.2. Зубчатая пара G2, соединенная со второй планетарной передачей 12, например, может состоять из второй зубчатой пары 66 и/или четвертой зубчатой пары 78, как описано на фиг.2. Дополнительно, показана по меньшей мере одна зубчатая пара G3, соединенная с выходным валом 20 и промежуточным валом 18, которая может состоять из пятой зубчатой пары 21, описанной на фиг.2. G3 может состоять из одной или нескольких

зубчатых пар. Альтернативно, крутящий момент может извлекаться непосредственно из промежуточного вала 18, который в силу этого составляет выходной вал.

По меньшей мере, одна зубчатая пара G1, 60, 72, соединенная с первой планетарной передачей 10, содержит по меньшей мере одну сателлитную шестерню 62, 74 и одно зубчатое колесо 64, 76, расположенные в зацеплении друг с другом, причем сателлитная шестерня 62, 74 может размещаться таким образом, что она может соединяться и отсоединяться от главного вала 34, расположенного с первой планетарной передачей 10. По меньшей мере, одно зубчатое колесо 64, 76 может размещаться с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18.

По меньшей мере, одна зубчатая пара G2, 66, 78, соединенная со второй планетарной передачей 12, содержит по меньшей мере одну сателлитную шестерню 68, 80 и одно зубчатое колесо 70, 82, расположенные в зацеплении друг с другом, причем сателлитная шестерня 68, 80 может размещаться таким образом, что она может соединяться и отсоединяться от второго главного вала 36, расположенного с первой планетарной передачей 12. По меньшей мере, одно зубчатое колесо 70, 82 может размещаться с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18.

Как описано выше, крутящий момент извлекается из коробки 2 передач, из выходного вала 20. Также можно извлекать крутящий момент непосредственно из первого главного вала или второго главного вала 34, 36 или непосредственно из промежуточного вала 18, который в этом случае составляет выходной вал 20. Крутящий момент также может извлекаться параллельно из двух или всех трех валов 18, 34, 36 одновременно.

Ниже описывается переключение коробки передач "вверх" с первой на седьмую передачу, при этом коробка 2 передач расположена в транспортном средстве 1, и транспортное средство приведено в движение посредством двигателя 4 внутреннего сгорания. Описание переключения коробки передач "вверх" содержит компоненты, которые не отображаются на упрощенном фиг.3, но которые отображаются на фиг.2.

Входной вал 8 коробки 2 передач соединен с выходным валом 97 двигателя 4 внутреннего сгорания транспортного средства 1. Выходной вал 20 коробки 2 передач соединен с ведущим валом 99 в транспортном средстве 1. На холостом ходу двигателя 4 внутреннего сгорания, и когда транспортное средство 1 стоит на месте, входной вал 8 коробки 2 передач вращается одновременно с тем, как выходной вал 20 коробки 2 передач остановлен. Стопорящее устройство 102 выводится из действия, так что выходной вал 97 двигателя 4 внутреннего сгорания может свободно вращаться. Поскольку входной вал 8 коробки 2 передач вращается, первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи также должно вращаться, что влечет за собой то, что первый набор зубчатых колес 52 планетарной передачи должен вращаться. Поскольку первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи соединено со вторым солнечным зубчатым колесом 32, второе солнечное зубчатое колесо 32 и в силу этого также второй набор зубчатых колес 54 планетарной передачи должны вращаться. За счет отсутствия подачи мощности в первую и вторую электрические машины 14 и 16, соответственно, первое и второе внутренние кольца 22 и 28, соответственно, которые соединены с соответствующим первым и вторым ротором 24 и 30 электрических машин 14 и 16, соответственно, должны свободно вращаться, так что крутящий момент не поглощается посредством соответствующих внутренних колец 22 и 28. Первое и второе соединительные устройства 56 и 58, соответственно, отсоединяются и в силу этого не приводятся в действие. Таким образом, крутящий момент не передается из двигателя 4 внутреннего сгорания на солнечное зубчатое колесо 26 первой планетарной передачи 10 или в водило 51 зубчатых колес планетарной передачи для второй планетарной

передачи 12. Соединительный механизм 96 между первым главным валом 34 и выходным валом 20 отсоединяется, так что первый главный вал 34 и выходной вал 20 могут вращаться свободно друг относительно друга. Поскольку солнечное зубчатое колесо 26 первой планетарной передачи, водило 51 зубчатых колес планетарной передачи для второй планетарной передачи 12 и выходной вал 20 коробки 2 передач на этой ступени остановлены, промежуточный вал 18 также остановлен. На первой ступени, четвертое зубчатое колесо 82 и третье зубчатое колесо 76 соединяются с промежуточным валом 18 посредством четвертого и третьего соединительных элементов 90 и 88, соответственно. Первое зубчатое колесо 64 и второе зубчатое колесо 70 отсоединяются от промежуточного вала 18. Таким образом, первому зубчатому колесу 64 и второму зубчатому колесу 70 разрешается свободно вращаться относительно промежуточного вала 18. Пятое зубчатое колесо 92 пятой зубчатой пары 21 стопорится на промежуточном валу 18 посредством пятого соединительного элемента 93.

Чтобы начинать вращение выходного вала 20 коробки 2 передач для цели приведения в движение транспортного средства 1, четвертая сателлитная шестерня 80 и четвертое зубчатое колесо 82 на промежуточном валу 18 должны переводиться в состояние вращения. Это достигается посредством принудительного вращения второго водила 51 зубчатых колес планетарной передачи. Когда второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи вращается, второй главный вал 36 также должен вращаться, и в силу этого четвертая сателлитная шестерня 80, которая расположена на втором главном валу 36, также вращается. Второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи принудительно вращается посредством управления второй внутренней коронной шестерней 28 посредством второй электрической машины 16. Посредством приведения в действие второй электрической машины 16 и управления двигателем 4 внутреннего сгорания на подходящей скорости вращения двигателя, транспортное средство 1 начинает двигаться, когда второй главный вал 36 начинает вращаться. Когда второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи и второе солнечное зубчатое колесо 32 достигают идентичной скорости вращения, второе солнечное зубчатое колесо 32 стопорится посредством второго водила 51 зубчатых колес планетарной передачи с использованием второго соединительного устройства 58. Как указано выше, второе соединительное устройство 58 предпочтительно адаптировано таким образом, что второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи механически зацепляются друг с другом. Альтернативно, второе соединительное устройство 58 может быть адаптировано в качестве тормоза проскальзывания или многодисковой муфты, которая плавно соединяет второе солнечное зубчатое колесо 32 со вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи. Когда второе солнечное зубчатое колесо 32 соединено со вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи, второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи должно вращаться со скоростью вращения, идентичной скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания. Таким образом, крутящий момент, сформированный посредством двигателя 4 внутреннего сгорания, передается на выходной вал 20 коробки 2 передач через четвертую сателлитную шестерню 80, четвертое зубчатое колесо 82 на промежуточном валу 18, пятое зубчатое колесо 92 на промежуточном валу 18 и шестое зубчатое колесо 94 на выходном валу 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 в силу этого начинает трогаться с места и приводиться в движение посредством первой передачи.

Когда промежуточный вал 18 принудительно вращается посредством четвертого зубчатого колеса 82 на промежуточном валу 18, третье зубчатое колесо 76 на

промежуточном валу 18 также должно вращаться. Таким образом, промежуточный вал 18 управляет третьим зубчатым колесом 76, которое, в свою очередь, управляет третьей сателлитной шестерней 74 на первом главном валу 34. Когда первый главный вал 34 вращается, первое солнечное зубчатое колесо 26 также должно вращаться, и за счет этого, в зависимости от скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания и в силу этого от скорости вращения первого водила 50 зубчатых колес планетарной передачи, оно заставляет первую внутреннюю коронную шестерню 22 и первый ротор 24 первой электрической машины 14 вращаться. В силу этого можно обеспечивать возможность первой электрической машине 14 работать в качестве генератора для подачи мощности в устройство 46 накопления энергии и/или подавать мощность во вторую электрическую машину 16. Также вторая электрическая машина 16 может работать в качестве генератора. Альтернативно, первая электрическая машина 14 может выдавать ввод крутящего момента посредством устройства 48 управления, управляющего первой электрической машиной 14, чтобы предоставлять крутящий момент приведения в движение. Другая альтернатива заключается в том, чтобы управлять переключателем 49 таким образом, что первая электрическая машина 14 задается в состояние ожидания. Это достигается посредством выведения из действия ступеней приведения в действие переключателя 49. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда первая электрическая машина 14 вращается в режиме холостого хода, и обусловлены посредством вращения первой планетарной передачи 10.

Чтобы переключаться с первой передачи на вторую передачу, стопорение между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи должно прекращаться, что достигается посредством управления первой электрической машиной 14 и/или второй электрической машиной 16 таким образом, что равновесие крутящих моментов преобладает во второй планетарной передаче 12. Затем, второе соединительное устройство 58 управляется таким образом, что оно отсоединяет второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи друг от друга. Вторая передача соединена, посредством устройства 48 управления, управляющего двигателем 4 внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26, чтобы достигать стопорения между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26. Это достигается посредством управления первым соединительным устройством 56 таким образом, что первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 26 механически соединяются друг с другом. Альтернативно, первое соединительное устройство 56 может быть адаптировано в качестве тормоза проскальзывания или многодисковой муфты, которая плавно соединяет первое солнечное зубчатое колесо 26 с первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи. Посредством синхронизации управления второй и первой электрическими машинами 14 и 16, соответственно, может выполняться мягкий и бесперебойный переход с первой передачи на вторую передачу.

Первый главный вал 34 теперь вращается под управлением посредством выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, и первый главный вал 34 теперь управляет третьей сателлитной шестерней 74. Таким образом, первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи управляет третьей сателлитной шестерней 74 через первое солнечное зубчатое колесо 26 и первый главный вал 34. Поскольку третье зубчатое

колено 76 находится в зацеплении с третьей сателлитной шестерней 74 и соединено с промежуточным валом 18, третье зубчатое колесо 76 должно управлять промежуточным валом 18, который, в свою очередь, управляет пятым зубчатым колесом 92 на промежуточном валу 18. Пятое зубчатое колесо 92, в свою очередь, управляет выходным валом 20 коробки 2 передач через шестое зубчатое колесо 94, которое расположено на выходном валу 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь управляется посредством второй передачи.

Когда промежуточный вал 18 принудительно вращается посредством третьего зубчатого колеса 76, четвертое зубчатое колесо 82 также должно вращаться. Таким образом, промежуточный вал 18 управляет четвертым зубчатым колесом 82, которое, в свою очередь, управляет четвертой сателлитной шестерней 80 на втором главном валу 36. Когда второй главный вал 36 вращается, второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи также должно вращаться, и за счет этого, в зависимости от скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания и в силу этого от скорости вращения в первом водиле 50 зубчатых колес планетарной передачи, оно заставляет вторую внутреннюю коронную шестерню 28 и второй ротор 30 второй электрической машины 16 вращаться. В силу этого можно обеспечивать возможность второй электрической машине 16 работать в качестве генератора для подачи мощности в устройство 46 накопления энергии и/или подавать мощность в первую электрическую машину 14. Вторая электрическая машина 16 также может выдавать ввод крутящего момента посредством устройства 48 управления, управляющего второй электрической машиной 16, чтобы предоставлять тяговый крутящий момент. Другая альтернатива заключается в том, чтобы управлять переключателем 49 таким образом, что вторая электрическая машина 16 задается в состояние ожидания. Это достигается посредством выведения из действия ступеней приведения в действие переключателя 49. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда вторая электрическая машина 16 вращается в режиме холостого хода, и обусловлены посредством вращения второй планетарной передачи 10.

Чтобы переключаться со второй передачи на третью передачу, четвертое зубчатое колесо 82 на промежуточном валу 18 должно отсоединяться от промежуточного вала 18 посредством четвертого соединительного элемента 90, так что четвертое зубчатое колесо 82 может свободно вращаться относительно промежуточного вала 18. Затем, промежуточный вал 18 соединен со вторым зубчатым колесом 70 на промежуточном валу 18 через второй соединительный элемент 86. Чтобы достигать соединения промежуточного вала 18 и второго зубчатого колеса 70 на промежуточном валу 18, предпочтительно вторая электрическая машина 16 управляется таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между промежуточным валом 18 и вторым зубчатым колесом 70 на промежуточном валу 18. Синхронная скорость вращения может достигаться посредством измерения скорости вращения во втором роторе 30 во второй электрической машине 16 и измерения скорости вращения на выходном валу 20. Таким образом, скорость вращения во втором главном валу 36 и скорость вращения в промежуточном валу 18 могут определяться посредством данных передаточных отношений. Скорость вращения соответствующих валов 18, 36 управляется, и когда синхронная скорость вращения возникает между промежуточным валом 18 и вторым зубчатым колесом 70, промежуточный вал 18 и второе зубчатое колесо 70 соединяются посредством второго соединительного элемента 86.

Чтобы завершать переключение со второй передачи на третью передачу, стопорение между первым солнечным зубчатым колесом 26 и первым водилом 50 зубчатых колес

планетарной передачи должно прекращаться, что достигается посредством управления первой и/или второй электрической машиной 14, 16 таким образом, что равновесие крутящих моментов преобладает в первой планетарной передаче 10, после чего первое соединительное устройство 56 управляется таким образом, что оно отсоединяет первое
5 солнечное зубчатое колесо 26 и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи друг от друга. Затем, двигатель 4 внутреннего сгорания управляется таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи, так что второе
10 соединительное устройство 58 может зацепляться, чтобы за счет этого соединять второе солнечное зубчатое колесо 32 со вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи через соединительную втулку 57. Посредством синхронизации управления двигателем внутреннего сгорания 4 и второй и первой электрической машиной 14 и 16, соответственно, может выполняться мягкий и бесперебойный переход со второй на третью передачу.

15 Третье зубчатое колесо 76 отсоединяется посредством управления первой электрической машиной 14 таким образом, что состояние по существу нулевого крутящего момента возникает между промежуточным валом 18 и третьим зубчатым колесом 76. Когда возникает состояние по существу нулевого крутящего момента, третье зубчатое колесо 76 отсоединяется от промежуточного вала 18 посредством
20 управления третьим соединительным элементом 88 таким образом, что он высвобождает третье зубчатое колесо 76 от промежуточного вала 18. Затем, первая электрическая машина 14 управляется таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между промежуточным валом 18 и первым зубчатым колесом 64. Когда возникает синхронная скорость вращения, первое зубчатое колесо 64 соединено с промежуточным
25 валом 18 посредством управления первым соединительным элементом 84 таким образом, что он соединяет первое зубчатое колесо 64 на промежуточном валу 18. Синхронная скорость вращения двигателя может достигаться, поскольку скорость вращения первого ротора 24 в первой электрической машине 14 может определяться, и скорость вращения выходного вала 20 измеряется, после чего скорости вращения валов 18, 34 управляются
30 таким образом, что возникает синхронная скорость вращения двигателя. Таким образом, скорость вращения первого главного вала 34 и скорость вращения промежуточного вала 18 могут определяться посредством данных передаточных отношений.

Второй главный вал 36 теперь вращается со скоростью вращения, идентичной скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, и второй
35 главный вал 36 теперь управляет второй сателлитной шестерней 68 через второй главный вал 36. Поскольку второе зубчатое колесо 70 находится в зацеплении со второй сателлитной шестерней 68 и соединено с промежуточным валом 18, второе зубчатое колесо 70 должно управлять промежуточным валом 18, который, в свою очередь, управляет пятым зубчатым колесом 92 на промежуточном валу 18. Пятое зубчатое
40 колесо 92, в свою очередь, управляет выходным валом 20 коробки 2 передач через шестое зубчатое колесо 94, которое расположено на выходном валу 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь приводится в движение на третьей передаче.

Когда промежуточный вал 18 принудительно вращается посредством второго зубчатого колеса 70 на промежуточном валу 18, первое зубчатое колесо 64 на
45 промежуточном валу 18 также должно вращаться. Таким образом, промежуточный вал 18 управляет первым зубчатым колесом 64, которое, в свою очередь, управляет первой сателлитной шестерней 62 на первом главном валу 34. Когда первый главный вал 34 вращается, первое солнечное зубчатое колесо 26 также должно вращаться, и за

счет этого, в зависимости от скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания и в силу этого от скорости вращения первого водила 50 зубчатых колес планетарной передачи, оно заставляет первую внутреннюю коронную шестерню 22 и первый ротор 24 первой электрической машины 14 вращаться. В силу этого можно
5 обеспечивать возможность первой электрической машине 14 работать в качестве генератора для подачи мощности в устройство 46 накопления энергии и/или подавать мощность во вторую электрическую машину 16. Альтернативно, первая электрическая машина 14 может выдавать ввод крутящего момента посредством устройства 48 управления, управляющего первой электрической машиной 14, чтобы предоставлять
10 крутящий момент приведения в движение. Другая альтернатива заключается в том, чтобы управлять переключателем 49 таким образом, что первая электрическая машина 14, 16 задается в состояние ожидания. Это достигается посредством выведения из действия ступеней приведения в действие переключателя 49. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда
15 первая электрическая машина 14 вращается в режиме холостого хода, и обусловлены посредством вращения первой планетарной передачи 10.

Чтобы завершать переключение с третьей передачи на четвертую передачу, стопорение между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи должно прекращаться, что достигается
20 посредством управления первой и/или второй электрической машиной 14, 16 таким образом, что равновесие крутящих моментов преобладает во второй планетарной передаче 12, после чего второе соединительное устройство 58 управляется таким образом, что оно отсоединяет второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи друг от друга. Четвертая передача затем
25 соединяется посредством устройства 48 управления, управляющего двигателем 4 внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26, чтобы достигать стопорения между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26. Это достигается
30 посредством управления первым соединительным устройством 56 таким образом, что первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 26 механически соединяются друг с другом. Посредством синхронизации управления двигателем 4 внутреннего сгорания и второй и первой электрической машиной 14 и 16 может выполняться мягкий и бесперебойный переход с третьей передачи
35 на четвертую передачу.

Первый главный вал 34 теперь вращается и управляется посредством выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, и первый главный вал 34 теперь управляет первой сателлитной шестерней 62. Таким образом, первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи управляет первой сателлитной шестерней 62 через первое
40 солнечное зубчатое колесо 26 и первый главный вал 34. Поскольку первое зубчатое колесо 64 находится в зацеплении с первой сателлитной шестерней 62 и соединено с промежуточным валом 18, первое зубчатое колесо 64 должно управлять промежуточным валом 18, который, в свою очередь, управляет пятым зубчатым колесом 92 на промежуточном валу 18. Пятое зубчатое колесо 92, в свою очередь, управляет выходным
45 валом 20 коробки 2 передач через шестое зубчатое колесо 94, которое расположено на выходном валу 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь приводится в движение на четвертой передаче.

Когда промежуточный вал 18 принудительно вращается посредством первого

зубчатого колеса 64, второе зубчатое колесо 70 также должно вращаться. Таким образом, промежуточный вал 18 управляет вторым зубчатым колесом 70, которое, в свою очередь, управляет второй сателлитной шестерней 68 на втором главном валу 36. Когда второй главный вал 36 должен вращаться, второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи также должно вращаться, и за счет этого, в зависимости от скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания и в силу этого от скорости вращения в первом водиле 50 зубчатых колес планетарной передачи, оно заставляет вторую внутреннюю коронную шестерню 28 и второй ротор 30 второй электрической машины 16 вращаться. В силу этого можно обеспечивать возможность второй электрической машины 16 работать в качестве генератора для подачи мощности в устройство 46 накопления энергии и/или подавать мощность в первую электрическую машину 14. Вторая электрическая машина 16 также может выдавать ввод крутящего момента посредством устройства 48 управления, управляющего второй электрической машиной 16, чтобы предоставлять тяговый крутящий момент. Другая альтернатива заключается в том, чтобы управлять переключателем 49 таким образом, что вторая электрическая машина 16 задается в состояние ожидания. Это достигается посредством выведения из действия ступеней приведения в действие переключателя 49. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда вторая электрическая машина 16 вращается в режиме холостого хода, и обусловлены посредством вращения второй планетарной передачи 10.

Чтобы переключаться с четвертой передачи на пятую передачу, вторая электрическая машина приводится в действие таким образом, чтобы передавать тяговый крутящий момент через вторую зубчатую пару 66, после чего первое зубчатое колесо 64 расцепляется от промежуточного вала 18, так что четвертая передача отсоединяется. Это достигается посредством управления двигателем 4 внутреннего сгорания и первой электрической машиной 14 таким образом, что первое зубчатое колесо 64 переводится в состояние по существу нулевого крутящего момента относительно промежуточного вала 18. Когда возникает состояние по существу нулевого крутящего момента, первый соединительный элемент 84 расцепляется, так что первое зубчатое колесо 64 отсоединяется от промежуточного вала 18.

Затем, равновесие крутящих моментов создается в первой планетарной передаче 10, после чего первое соединительное устройство 56 отсоединяется. Затем, скорость вращения первого главного вала 34 синхронизируется со скоростью вращения выходного вала 20, после чего соединительный механизм 96 управляется таким образом, что он соединяет первый главный вал 34 с выходным валом 20.

Затем, двигатель 4 внутреннего сгорания и первая электрическая машина 14 управляются таким образом, что тяговый крутящий момент возникает через первый главный вал 34 и через соединительный механизм 96 и далее на выходной вал 20. Посредством уменьшения крутящего момента из второй электрической машины 16 пятый соединительный элемент 93 может переводиться в состояние по существу нулевого крутящего момента относительно промежуточного вала 18. Когда возникает состояние по существу нулевого крутящего момента, пятый соединительный элемент 93 расцепляется, так что пятое зубчатое колесо 92 пятой зубчатой пары 21 отсоединяется от промежуточного вала 18.

Затем, посредством второй электрической машины 16, скорость вращения промежуточного вала 18 синхронизируется со скоростью вращения третьего зубчатого колеса 76, после чего третий соединительный элемент 88 управляется таким образом, что он соединяет третье зубчатое колесо 76 с промежуточным валом 18. Когда это

соединение завершено, тяговый крутящий момент может совместно использоваться двигателем 4 внутреннего сгорания, первой электрической машиной 14 и второй электрической машиной 16. В завершение, второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи синхронизируется по скорости вращения со вторым солнечным зубчатым колесом 32, после чего второе соединительное устройство 58 соединяет второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи и второе солнечное зубчатое колесо 32 друг с другом.

Второй главный вал 36 теперь вращается под управлением выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, и второй главный вал 36 управляет второй сателлитной шестерней 68. Поскольку второе зубчатое колесо 70 находится в зацеплении со второй сателлитной шестерней 68 и соединено с промежуточным валом 18 через второй соединительный элемент 86, второе зубчатое колесо 70 должно управлять промежуточным валом 18, который, в свою очередь, управляет третьим зубчатым колесом 76 на промежуточном валу 18. Третье зубчатое колесо 76, в свою очередь, управляет первым главным валом 34 через третью сателлитную шестерню 74, и выходной вал 20 коробки 2 передач в силу этого управляется через соединительный механизм 96, который соединяет первый главный вал 34 и выходной вал 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь приводится в движение на пятой передаче.

Чтобы переключать передачи с пятой передачи на шестую передачу, стопорение между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи должно прекращаться, что достигается посредством управления первой и/или второй электрической машиной 14, 16 таким образом, что равновесие крутящих моментов достигается во второй планетарной передаче 12, после чего второе соединительное устройство 58 управляется таким образом, что оно отсоединяет второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи друг от друга. Шестая передача затем соединяется посредством устройства 48 управления, управляющего первой и/или второй электрической машиной 14, 16 таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26, чтобы достигать стопорения между первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи и первым солнечным зубчатым колесом 26. Это достигается посредством управления первым соединительным устройством 56 таким образом, что первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи и первое солнечное зубчатое колесо 26 механически соединяются друг с другом. Посредством синхронизации управления двигателем 4 внутреннего сгорания и второй и первой электрической машиной 14 и 16, соответственно, может выполняться мягкий и бесперебойный переход с пятой на шестую передачу. Другая альтернатива заключается в том, чтобы управлять переключателем 49 таким образом, что вторая электрическая машина 16 задается в состояние ожидания. Это достигается посредством выведения из действия ступеней приведения в действие переключателя 49. Таким образом, минимизируются электрические потери, которые в противном случае возникают, когда вторая электрическая машина 16 вращается в режиме холостого хода, и обусловлены посредством вращения второй планетарной передачи 10. Посредством задания также зубчатых пар 60, 66, 72, 78 и 21 в коробке 2 передач в состояние нейтрали, промежуточный вал 18 допускает состояние остановки, которое уменьшает потери, которые в противном случае должны возникать при работе промежуточного вала.

Первый главный вал 34 теперь вращается под управлением выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, после чего первый главный вал 34 управляет

выходным валом 20 коробки 2 передач через соединительный механизм 96, который соединяет первый главный вал 34 и выходной вал 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь приводится в движение на шестой передаче.

5 Чтобы переключаться с шестой на седьмую передачу, третье зубчатое колесо 76 на промежуточном валу 18 должно сначала отсоединиться от промежуточного вала 18 посредством третьего соединительного элемента 88, так что третье зубчатое колесо 76 может вращаться свободно относительно промежуточного вала 18. Затем, промежуточный вал 18 соединен с первым зубчатым колесом 64 на промежуточном валу 18 через первый соединительный элемент 84. Когда промежуточный вал 18 и 10 первое зубчатое колесо 64 на промежуточном валу 18 имеют синхронную скорость вращения, первый соединительный элемент 84 управляется таким образом, что первое зубчатое колесо 64 и промежуточный вал 18 соединяются.

Чтобы завершать переключение с шестой передачи на седьмую передачу, стопорение между первым солнечным зубчатым колесом 26 и первым водилом 50 зубчатых колес 15 планетарной передачи должно прекращаться, что достигается посредством управления первой и/или второй электрической машиной 14, 16 таким образом, что равновесие крутящих моментов преобладает в первой планетарной передаче 10, после чего первое соединительное устройство 56 управляется таким образом, что оно отсоединяет первое 20 солнечное зубчатое колесо 26 и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи друг от друга. Затем, двигатель 4 внутреннего сгорания управляется таким образом, что синхронная скорость вращения возникает между вторым солнечным зубчатым колесом 32 и вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи, так что второе 25 соединительное устройство 58 может зацепляться, чтобы за счет этого соединять второе солнечное зубчатое колесо 32 со вторым водилом 51 зубчатых колес планетарной передачи через соединительную втулку 57. Посредством синхронизации управления двигателем внутреннего сгорания 4 и второй и первой электрической машиной 14 и 16, соответственно, может выполняться мягкий и бесперебойный переход с шестой на седьмую передачу.

Второй главный вал 36 теперь вращается со скоростью вращения, идентичной 30 скорости вращения выходного вала 97 двигателя 4 внутреннего сгорания, и второй главный вал 36 управляет второй сателлитной шестерней 68. Поскольку второе зубчатое колесо 70 находится в зацеплении со второй сателлитной шестерней 68 и соединено с промежуточным валом 18, второе зубчатое колесо 70 должно управлять промежуточным валом 18, который, в свою очередь, управляет пятым зубчатым колесом 64 на 35 промежуточном валу 18. Первое зубчатое колесо 64, в свою очередь, управляет первым главным валом 34 через первую сателлитную шестерню 62, и выходной вал 20 коробки 2 передач в силу этого управляется через соединительный механизм 96, который соединяет первый главный вал 34 и выходной вал 20 коробки 2 передач. Транспортное средство 1 теперь приводится в движение на седьмой передаче.

40 Согласно вышеприведенному варианту осуществления, коробка 2 передач содержит сателлитные шестерни 62, 68, 74, 80 и зубчатые колеса 64, 70, 76, 82, расположенные на главных валах 34, 36 и промежуточном валу 18, соответственно, чтобы передавать скорость вращения и крутящий момент. Тем не менее, можно использовать другой тип трансмиссии, к примеру, цепные и ременные приводы, чтобы передавать скорость 45 вращения и крутящий момент в коробке 2 передач.

Трансмиссионное устройство 19 имеет четыре зубчатых пары 60, 66, 72, 78 согласно примерному варианту осуществления. Тем не менее, трансмиссионное устройство 19 может содержать любое число зубчатых пар.

Фиг.4 показывает блок-схему последовательности операций, связанную со способом управления гибридной силовой передачей 3 для обеспечения переключения передач без прерывания крутящего момента, содержащей двигатель 4 внутреннего сгорания; коробку передач с входным валом 8 и выходным валом 20, причем двигатель
5 внутреннего сгорания соединен с входным валом 8; первую планетарную передачу 10, соединенную с входным валом 8; вторую планетарную передачу 12, соединенную с первой планетарной передачей 10; первую электрическую машину 14, соединенную с первой планетарной передачей 10; вторую электрическую машину 16, соединенную со второй планетарной передачей 12; по меньшей мере, одну зубчатую пару G1, 60, 72,
10 соединенную с первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20; и по меньшей мере одну зубчатую пару G2, 66, 78, соединенную со второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20.

Способ согласно изобретению включает этапы:

а) зацепления шестерни, соответствующей по меньшей мере одной зубчатой паре
15 G1, 60, 72, которая соединена с первой планетарной передачей 10 в коробке 2 передач, или соответствующей по меньшей мере одной зубчатой паре G2, 66, 78, которая соединена со второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20;

б) выбора шестерни посредством соединения двух вращающихся компонентов 22, 26, 50 в первой планетарной передаче 10 друг с другом, с использованием первого
20 соединительного устройства 56; или посредством соединения двух вращающихся компонентов 28, 32, 51 во второй планетарной передаче 12 друг с другом, с использованием второго соединительного устройства 58; и

с) управления переключателем 49, соединенным с первой и второй электрическими
25 машинами 14, 16, таким образом, что первая электрическая машина 14 задается в состояние ожидания, если второе соединительное устройство 58 соединяет два вращающихся компонента 28, 32, 51 второй планетарной передачи 12 друг с другом, и таким образом, что вторая электрическая машина 14 задается в состояние ожидания, если первое соединительное устройство 56 соединяет два вращающихся компонента
30 22, 26, 50 первой планетарной передачи 10 друг с другом.

Зубчатые пары G1, 60, 72; G2, 66, 78 предпочтительно соединяются с выходным
валом 20 через промежуточный вал 18, и после этапа б) и перед этапом с), на этапе d), соединяется по меньшей мере одна зубчатая пара G3, 21, которая соединена с
промежуточным валом 18 и выходным валом 20.

Предпочтительно по меньшей мере одна зубчатая пара G3, 21, соединенная с
35 промежуточным валом 18 и выходным валом 20, содержит пятое и шестое зубчатое колесо 92; 94 в зацеплении друг с другом, причем пятое зубчатое колесо 92 расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18 посредством пятого соединительного элемента 93, и при этом пятое зубчатое колесо 92 соединено с промежуточным валом 18 на этапе с).

Способ также содержит следующие этапы:

е) обеспечения того, что шестерня, соответствующая по меньшей мере одной зубчатой
паре G2, 66, 78, соединенной со второй планетарной передачей 12 и выходным валом
20, расцепляется в состоянии нейтрали;

ф) обеспечения того, что шестерня, соответствующая по меньшей мере одной зубчатой
45 паре G1, 60, 72, соединенной с первой планетарной передачей (10), зацепляется;

к) стопорения соединительного механизма 96, который расположен между первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20, посредством управления двигателем 4 внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения достигается

между первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20.

Предпочтительно, этап b) содержит управление двигателем 4 внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения достигается между двумя вращающимися компонентами 22, 26, 50 в первой планетарной передаче 10, после чего первое соединительное устройство 56 переключается и стопорит два вращающихся компонента 22, 26, 50 первой планетарной передачи 10 друг с другом.

Предпочтительно, этап b) содержит управление двигателем 4 внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения достигается между двумя вращающимися компонентами 28, 32, 51 во второй планетарной передаче 12, после чего второе соединительное устройство 58 переключается и стопорит два вращающихся компонента 28, 32, 50 второй планетарной передачи 12 друг с другом.

Предпочтительно по меньшей мере одна зубчатая пара G1, 60, 72, соединенная с первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20, содержит сателлитную шестерню 62 и первое зубчатое колесо 64, причем первая сателлитная шестерня 62 фиксированным образом расположена с первой планетарной передачей 10, и причем первое зубчатое колесо 64 расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18; и третью сателлитную шестерню 74 и третье зубчатое колесо 76, зацепленные друг с другом, причем третья сателлитная шестерня 74 фиксированным образом расположена с первой планетарной передачей 10, и причем третье зубчатое колесо 76 расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18, при этом на этапе a) первое или третье зубчатое колесо 64, 76 соединяется с промежуточным валом 18.

Предпочтительно по меньшей мере одна зубчатая пара G2, 66, 78, которая соединена со второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20, содержит вторую сателлитную шестерню 68 и второе зубчатое колесо 70, зацепленные друг с другом, причем вторая сателлитная шестерня 68 фиксированным образом расположена со второй планетарной передачей 12, и причем второе зубчатое колесо 70 расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала 18; и также содержит четвертую сателлитную шестерню 80 и четвертое зубчатое колесо 82, зацепленные друг с другом, причем четвертая сателлитная шестерня 80 фиксированным образом расположена со второй планетарной передачей 12, и причем четвертое зубчатое колесо 82 расположено с возможностью соединения или отсоединения на промежуточном валу 18, при этом после этапа a), на этапе h) второе или четвертое зубчатое колесо 70, 82 соединено с промежуточным валом 18.

Предпочтительно, двигатель 4 внутреннего сгорания соединен с первым водилом 50 зубчатых колес планетарной передачи, которое соединено со вторым солнечным зубчатым колесом 32, расположенным во второй планетарной передаче 12.

Предпочтительно, на этапах b) и c), два вращающихся компонента 22, 26, 50 первой планетарной передачи 10 содержат первое солнечное зубчатое колесо 26 и первое водило 50 зубчатых колес планетарной передачи, а два вращающихся компонента 28, 32, 51 второй планетарной передачи 12 содержат второе солнечное зубчатое колесо 32 и второе водило 51 зубчатых колес планетарной передачи.

Согласно одному варианту осуществления изобретения, обеспечивается то, что шестерня, соответствующая по меньшей мере одной зубчатой паре G2, 66, 78, которая соединена со второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20, отсоединяется в состоянии нейтрали; и обеспечивается то, что шестерня, соответствующая по меньшей мере одной зубчатой паре G1, 60, 72, которая соединена с первой планетарной передачей (10), зацепляется. Если по меньшей мере одна зубчатая пара G1, 60, 72, которая соединена

с первой планетарной передачей 10 и выходным валом 20, отсоединяется в состоянии нейтрали, вращающиеся компоненты 22, 26, 50 в первой планетарной передаче 10 отсоединяются, при этом одновременно вращающиеся компоненты 28, 32, 51 во второй планетарной передаче 12 стопорятся.

5 Если по меньшей мере одна зубчатая пара G2, 66, 78, которая соединена со второй планетарной передачей 12 и выходным валом 20, отсоединяется в состоянии нейтрали, вращающиеся компоненты 22, 26, 50 во второй планетарной передаче 12 отсоединяются, при этом одновременно вращающиеся компоненты 28, 32, 51 в первой планетарной передаче 10 стопорятся.

10 Согласно изобретению, предоставляется компьютерная программа P, сохраненная в устройстве 48 управления и/или компьютере 53, которая может содержать процедуры для управления коробкой 2 передач согласно настоящему изобретению.

Программа P может сохраняться в исполняемом виде или в сжатом виде в запоминающем устройстве M и/или в оперативном запоминающем устройстве R.

15 Изобретение также относится к компьютерному программному продукту, содержащему программный код, сохраненный на носителе, считываемом посредством компьютера, чтобы осуществлять этапы способа, указываемые выше, когда указанный программный код выполняется в устройстве 48 управления или в другом компьютере 53, соединенном с устройством 48 управления. Указанный программный код может
20 сохраняться энергонезависимым способом на указанном носителе, считываемом посредством компьютера 53.

Компоненты и признаки, указанные выше, в пределах изобретения могут комбинироваться между указываемыми различными вариантами осуществления.

25 (57) Формула изобретения

1. Способ управления гибридной силовой передачей (3), содержащей двигатель (4) внутреннего сгорания; коробку передач с входным валом (8) и выходным валом (20), причем двигатель внутреннего сгорания соединен с входным валом (8); первую планетарную передачу (10), которая соединена с входным валом (8); вторую
30 планетарную передачу (12), соединенную с первой планетарной передачей (10); первую электрическую машину (14), соединенную с первой планетарной передачей (10); вторую электрическую машину (16), соединенную со второй планетарной передачей (12); по меньшей мере одну зубчатую пару (G1, 60, 72), соединенную с первой планетарной передачей (10) и выходным валом (20); и по меньшей мере одну зубчатую пару (G2, 66,
35 78), соединенную со второй планетарной передачей (12) и выходным валом (20), отличающийся тем, что он включает этапы, на которых:

а) зацепляют шестерню, соответствующую по меньшей мере одной зубчатой паре (G1, 60, 72), которая соединена с первой планетарной передачей (10), в коробке (2) передач, или соответствующую по меньшей мере одной зубчатой паре (G2, 66, 78), соединенной со второй планетарной передачей (12) и выходным валом (20);
40

б) выбирают шестерню посредством соединения двух вращающихся компонентов (22, 26, 50) в первой планетарной передаче (10) друг с другом с использованием первого соединительного устройства (56) или посредством соединения двух вращающихся компонентов (28, 32, 51) во второй планетарной передаче (12) друг с другом с использованием второго соединительного устройства (58); и
45

с) управляют переключателем (49), соединенным с первой и второй электрическими машинами (14, 16), для задания состояния ожидания первой электрической машины (14), если второе соединительное устройство (58) соединяет два вращающихся

компонента (28, 32, 51) второй планетарной передачи (12) друг с другом, и задания состояния ожидания второй электрической машины (14), если первое соединительное устройство (56) соединяет два вращающихся компонента (22, 26, 50) первой планетарной передачи (10) друг с другом.

5 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что зубчатые пары (G1, 60, 72; G2, 66, 78) соединяют с выходным валом (20) через промежуточный вал (18), который является соединяемым с выходным валом (20), при этом после этапа b) и перед этапом c) на этапе d) соединяют по меньшей мере одну зубчатую пару (G3, 21), которая соединена с промежуточным валом (18) и выходным валом (20).

10 3. Способ по п.2, отличающийся тем, что по меньшей мере одна зубчатая пара (G3, 21), которая соединена с промежуточным валом (18) и выходным валом (20), содержит пятое и шестое зубчатые колеса (92; 94) в зацеплении друг с другом, причем пятое зубчатое колесо (92) расположено с возможностью соединения или отсоединения от промежуточного вала (18) с использованием пятого соединительного элемента (93),
15 при этом пятое зубчатое колесо (92) соединено с промежуточным валом (18) на этапе d).

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что он включает следующие этапы, на которых:
е) обеспечивают в состоянии нейтрали расцепление шестерни, соответствующей по
20 меньшей мере одной зубчатой паре (G2, 66, 78), которая соединена со второй планетарной передачей (12) и выходным валом (20);

ф) обеспечивают зацепление шестерни, соответствующей по меньшей мере одной зубчатой паре (G1, 60, 72), которая соединена с первой планетарной передачей (10); и
г) стопорят соединительный механизм (96), который расположен между первой
25 планетарной передачей (10) и выходным валом (20), посредством управления двигателем (4) внутреннего сгорания таким образом, что синхронная скорость вращения достигается между первой планетарной передачей (10) и выходным валом (20).

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что этап b) включает этап, на котором управляют двигателем (4) внутреннего сгорания таким
30 образом, что синхронная скорость вращения достигается между двумя вращающимися компонентами (22, 26, 50) первой планетарной передачи (10), после чего первое соединительное устройство (56) переключается и стопорит два вращающихся компонента (22, 26, 50) в первой планетарной передаче (10) друг с другом.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что этап b) включает этап, на котором управляют двигателем (4) внутреннего сгорания таким
35 образом, что синхронная скорость вращения достигается между двумя вращающимися компонентами (28, 32, 51) второй планетарной передачи (12), после чего второе соединительное устройство (58) переключается и стопорит два вращающихся компонента (28, 32, 51) во второй планетарной передаче (12) друг с другом.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что по
40 меньшей мере одна зубчатая пара (G1, 60, 72), которая соединена с первой планетарной передачей (10) и выходным валом (20), содержит первую сателлитную шестерню (62) и первое зубчатое колесо (64) в зацеплении друг с другом, причем первая сателлитная шестерня (62) фиксированным образом соединена с первой планетарной передачей (10), и первое зубчатое колесо (64) расположено с возможностью соединения или
45 отсоединения от промежуточного вала (18);

- а также содержит третью сателлитную шестерню (74) и третье зубчатое колесо (76), зацепленные друг с другом, причем третья сателлитная шестерня (74) фиксированным образом расположена с первой планетарной передачей (10), и третье зубчатое колесо

(76) расположено с возможностью соединения с или отсоединения от промежуточного вала (18), при этом на этапе а) первое или третье зубчатое колесо (64, 76) соединяют с промежуточным валом (18).

5 8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна зубчатая пара (G2, 66, 78), которая соединена со второй планетарной передачей (12) и выходным валом (20), содержит вторую сателлитную шестерню (68) и второе зубчатое колесо (70) в зацеплении друг с другом, причем вторая сателлитная шестерня (68) фиксированным образом расположена со второй планетарной передачей (12), и второе зубчатое колесо (70) расположено с возможностью соединения с и
10 отсоединения от промежуточного вала (18);

- а также содержит четвертую сателлитную шестерню (80) и четвертое зубчатое колесо (82), зацепленные друг с другом, причем четвертая сателлитная шестерня (80) фиксированным образом расположена со второй планетарной передачей (12), и четвертое зубчатое колесо (82) расположено с возможностью соединения с или
15 отсоединения от промежуточного вала (18), при этом после этапа а) и перед этапом б) на этапе h) второе или четвертое зубчатое колесо (70, 82) соединяют с промежуточным валом (18).

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что двигатель (4) внутреннего сгорания соединен с первым водилом (50) зубчатых колес планетарной
20 передачи, которое соединено со вторым солнечным зубчатым колесом (32), расположенным во второй планетарной передаче (12).

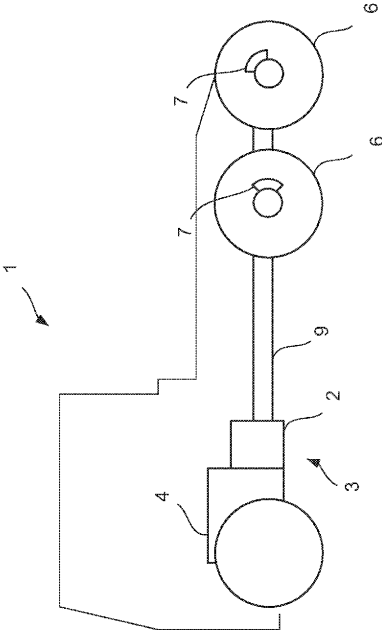
10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что на этапах б) и с) два вращающихся компонента (22, 26, 50) первой планетарной передачи (10) содержат первое солнечное зубчатое колесо (26) и первое водило (50) зубчатых
25 колес планетарной передачи, а два вращающихся компонента (28, 32, 51) второй планетарной передачи (12) содержат второе солнечное зубчатое колесо (32) и второе водило (51) зубчатых колес планетарной передачи.

11. Транспортное средство с гибридной силовой передачей, содержащей двигатель (4) внутреннего сгорания; коробку передач с входным валом (8) и выходным валом
30 (20), причем двигатель внутреннего сгорания соединен с входным валом (8); первую планетарную передачу (10), которая соединена с входным валом (8); вторую планетарную передачу (12), соединенную с первой планетарной передачей (10); первую электрическую машину (14), соединенную с первой планетарной передачей (10); вторую электрическую машину (16), соединенную со второй планетарной передачей (12); по
35 меньшей мере одну зубчатую пару (G1, 60, 72), соединенную с первой планетарной передачей (10) и выходным валом (20); и по меньшей мере одну зубчатую пару (G2, 66, 78), соединенную со второй планетарной передачей (12) и выходным валом (20), отличающееся тем, что транспортное средство (1) содержит электронное устройство (48) управления, выполненное с возможностью управления коробкой (2) передач по
40 любому из пп. 1-10.

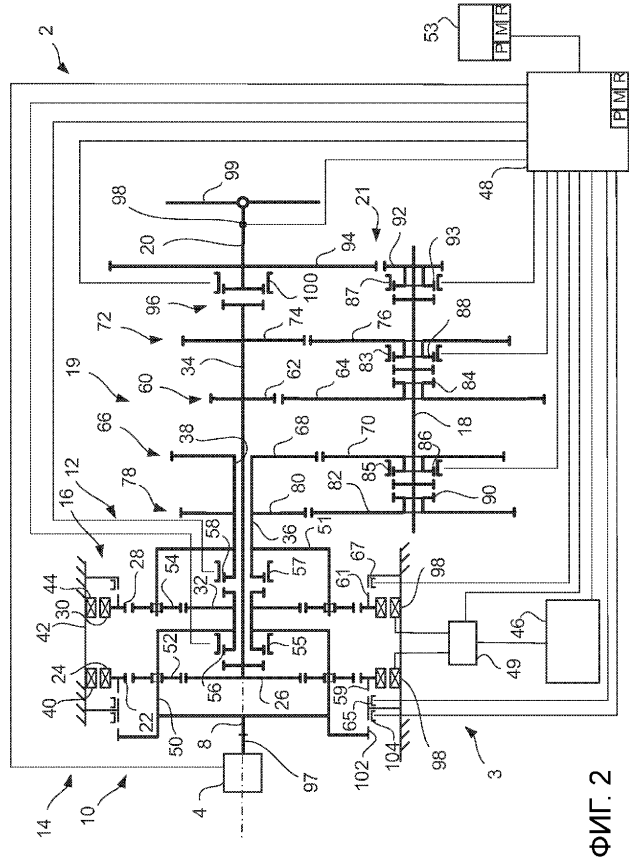
12. Электронное устройство управления гибридной силовой передачей, содержащее код компьютерной программы, чтобы заставлять упомянутое устройство управления выполнять этапы способа по любому из пп. 1-10.

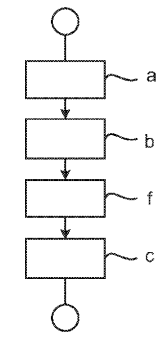
536232

1/4

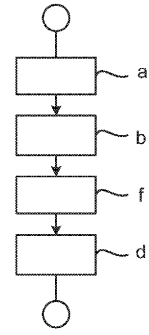


ФИГ. 1

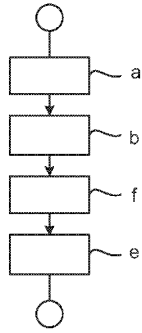




ФИГ. 4а



ФИГ. 4b



ФИГ. 4с