



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104742717 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201310745315. 4

(22) 申请日 2013. 12. 30

(71) 申请人 联合汽车电子有限公司
地址 201206 上海市浦东新区榕桥路 555 号

(72) 发明人 顾佳鼎 李至浩 王萑

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 殷晓雪

(51) Int. Cl.

B60K 6/26(2007. 01)

B60K 6/36(2007. 01)

B60K 6/44(2007. 01)

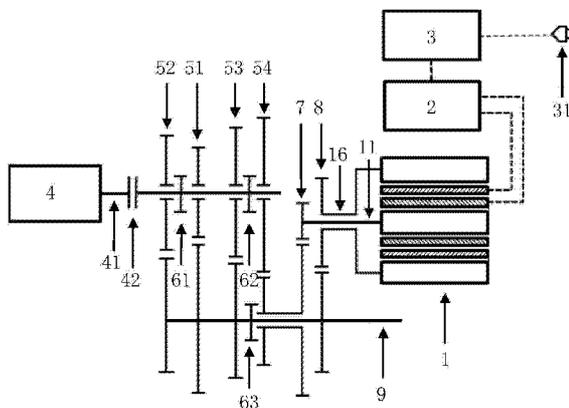
权利要求书3页 说明书8页 附图12页

(54) 发明名称

采用双转子电机的混合动力系统及其实现方法

(57) 摘要

本申请公开了一种采用双转子电机的混合动力系统,包括:双转子电机,其中具有一个内转子电机和一个外转子电机。内转子电机通过内转子电机减速齿轮组与动力输出轴或四挡齿轮组接合。外转子电机通过外转子电机减速齿轮组连接动力输出轴。双电机控制器,分别对内转子电机和外转子电机进行独立控制,还连接着动力电池。发动机,其输出轴通过离合器与一档齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组、四挡齿轮组之一接合或均不接合。一档齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组均连接着动力输出轴。四挡齿轮组与动力输出轴或内转子电机减速齿轮组接合。本申请具有结构紧凑、系统高度集成、整车工作效率高、燃油经济性好、发动机低温冷启动平顺、低速爬坡能力好的特点。



1. 一种采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,包括:

——双转子电机,其中具有一个内转子电机和一个外转子电机;内转子电机输出轴连接内转子电机减速齿轮组,内转子电机减速齿轮组受到同步器三的控制而与动力输出轴接合、或与四挡齿轮组接合;外转子电机输出轴连接外转子电机减速齿轮组,外转子电机减速齿轮组连接动力输出轴;

——双电机控制器,分别连接着内转子电机的定子和外转子电机的定子,对内转子电机和外转子电机进行相互独立的控制;双电机控制器还连接着动力电池;

——发动机,其输出轴连接离合器的一端,离合器的另一端受到同步器一和同步器二的控制而与一挡齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组、四挡齿轮组之一接合或均不接合;一挡齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组均连接着动力输出轴;四挡齿轮组受到同步器三的控制而与动力输出轴接合、或与内转子电机减速齿轮组接合。

2. 根据权利要求1所述的采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,内转子电机是电励磁同步电机,或者通过内转子电机减速齿轮组和四挡齿轮组起动发动机;或者通过内转子电机减速齿轮组将动力传递给动力输出轴以驱动车辆行驶;或者通过四挡齿轮组和内转子电机减速齿轮组将发动机的动力转化为电能,给外转子电机提供能源并通过双电机控制器为动力电池充电。

3. 根据权利要求1所述的采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,外转子电机是永磁同步电机,或者通过外转子电机减速齿轮组将动力传递给动力输出轴以驱动车辆行驶;或者通过外转子电机减速齿轮组回收车辆制动能量转化为电能,并通过双电机控制器为动力电池充电。

4. 根据权利要求1所述的采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,所述同步器一位于一挡齿轮组和二挡齿轮组之间,在同步器一中具有一个可移动的接合套一;

当该接合套一位于第一位置,发动机的输出轴通过离合器与一挡齿轮组接合;

当该接合套一位于第二位置,发动机的输出轴通过离合器与二挡齿轮组接合;

当该接合套一位于第三位置,发动机的输出轴通过离合器与一挡齿轮组和二挡齿轮组均不接合。

5. 根据权利要求1所述的采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,所述同步器二位于三挡齿轮组和四挡齿轮组之间,在同步器二中具有一个可移动的接合套二;

当该接合套二位于第一位置,发动机的输出轴通过离合器与三挡齿轮组接合;

当该接合套二位于第二位置,发动机的输出轴通过离合器与四挡齿轮组接合;

当该接合套二位于第三位置,发动机的输出轴通过离合器与三挡齿轮组和四挡齿轮组均不接合。

6. 根据权利要求1所述的采用双转子电机的混合动力系统,其特征是,所述同步器三中具有一个可移动的接合套三;

当该接合套三位于第一位置,四挡齿轮组与动力输出轴接合,内转子电机减速齿轮组也与动力输出轴接合;

当该接合套三位于第二位置,四挡齿轮组不与动力输出轴接合,内转子电机减速齿轮组也不与动力输出轴接合,四挡齿轮组与内转子电机减速齿轮组接合。

7. 一种采用双转子电机的混合动力系统的实现方法,其特征是:

单电机纯电驱动模式下,双电机控制器驱动外转子电机运转,外转子电机再通过外转子电机减速齿轮组驱动车辆行驶;

双电机纯电驱动模式下,双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转;内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶;

单电机制动能量回收模式下,外转子电机通过外转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能,并通过双电机控制器给动力电池充电;

双电机制动能量回收模式下,外转子电机通过外转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能,并通过双电机控制器给动力电池充电;内转子电机通过内转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能,也通过双电机控制器给动力电池充电;

发动机起动模式下,双电机控制器驱动内转子电机运转,内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组、四挡齿轮组、离合器使发动机起动;

发动机单独驱动模式下,发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组、四挡齿轮组之一传递给动力输出轴,驱动车辆以相应挡位行驶;

发动机和外转子电机共同驱动模式下,发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组、四挡齿轮组之一传递给动力输出轴;双电机控制器驱动外转子电机运转,外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;来自于发动机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶;

发动机和内转子电机和外转子电机共同驱动模式下,发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二挡齿轮组、三挡齿轮组、四挡齿轮组之一传递给动力输出轴;双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转;内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶;

增程驱动模式下,发动机的动力通过离合器、四挡齿轮组、内转子电机减速齿轮组驱动内转子电机;内转子电机作为发电机将动能转换为电能,再通过双电机控制器为动力电池充电并为外转子电机提供能量;所提供给外转子电机的能量通过双电机控制器驱动外转子电机运转,外转子电机再通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴以驱动车辆行驶;

驻车充电模式下,发动机的动力通过离合器、四挡齿轮组、内转子电机减速齿轮组驱动内转子电机;内转子电机作为发电机将动能转换为电能,再通过双电机控制器为动力电池充电;

内转子电机以挡位控制和外转子电机共同驱动模式下,双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转;外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴;内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组、四挡齿轮组、一档齿轮组或二挡齿轮组传递给动力输出轴;来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。

8. 根据权利要求7所述的采用双转子电机的混合动力系统的实现方法,其特征是:

单电机纯电驱动模式下,发动机、内转子电机均不工作,离合器分离,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套也位于第三位置,同步器三中的接合套位于第二位置;

双电机纯电驱动模式下,发动机不工作,离合器分离,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套也位于第三位置,同步器三中的接合套位于第一位置;

单电机制动能量回收模式下,发动机、内转子电机均不工作,离合器分离,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套也位于第三位置,同步器三中的接合套位于第二位置;

双电机制动能量回收模式下,发动机不工作,离合器分离,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套也位于第三位置,同步器三中的接合套位于第一位置;

发动机起动模式下,外转子电机不工作,离合器接合,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套位于第二位置,同步器三中的接合套位于第二位置;

发动机单独驱动模式下,内转子电机、外转子电机均不工作,离合器接合,同步器三中的接合套位于第一位置;

发动机和外转子电机共同驱动模式下,内转子电机不工作,离合器接合,同步器三中的接合套位于第一位置;

发动机和内转子电机和外转子电机共同驱动模式下,离合器接合,同步器三中的接合套位于第一位置;

增程驱动模式下,离合器接合,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套位于第二位置,同步器三中的接合套位于第一位置;

驻车充电模式下,外转子电机不工作,离合器接合,同步器一中的接合套位于第三位置,同步器二中的接合套位于第二位置,同步器三中的接合套位于第二位置;

内转子电机和外转子电机共同驱动模式下,发动机不工作,离合器分离,同步器二中的接合套位于第二位置,同步器三中的接合套位于第一位置。

采用双转子电机的混合动力系统及其实现方法

技术领域

[0001] 本申请涉及一种混合动力汽车的动力系统。

背景技术

[0002] 混合动力汽车是指使用两种以上能量来源的车辆。最常见的油电混合动力汽车 (Hybrid electric vehicle, 简称 HEV) 具有发动机和电动机, 发动机消耗燃油, 电动机消耗动力电池的电能。

[0003] HEV 主要有串联式 (Series Hybrid)、并联式 (Parallel Hybrid) 和混联式 (Combined Hybrid 或 Series-Parallel Hybrid 或 Parallel-Series Hybrid) 三种混合动力系统。

[0004] 串联式混合动力系统仅以电动机作为驱动装置, 发动机仅作为发电机为动力电池充电及为电动机供电。由于发动机不直接参与车辆驱动, 受到电动机功率大小的限制, 整车动力性能普遍较差。

[0005] 并联式混合动力系统采用发动机和 / 或电动机共同驱动车辆。与串联式混合动力系统相比, 整车动力性能有所提高, 但发动机不能始终工作在最佳工况点, 燃油经济性较差。

[0006] 混联式混合动力系统采用发动机和 / 或电动机共同驱动车辆, 另增一台集成式起动 / 发电机 (integrated starter/generator, 简称 ISG)。该 ISG 既作为发动机的起动电机, 又作为发动机运转后的发电机。混联式混合动力系统兼具串联式和并联式的功能及特性, 但结构较为复杂, 体积较大, 且成本较高。

[0007] 在混联式混合动力系统中, 普遍取消传统发动机起动电机, 改用 ISG 电机起动, 动力电池通常为锂电池。由于低温下锂电池材料的化学特性, 锂电池的动力输出较差, 使发动机低温冷起动的平顺性较差。

发明内容

[0008] 本申请所要解决的技术问题是提供一种混联式混合动力系统, 采用双转子电机实现混联式混合动力系统的各种功能。为此, 本申请还要提供所述混联式混合动力系统的实现方法。

[0009] 为解决上述技术问题, 本申请采用双转子电机的混合动力系统包括:

[0010] ——双转子电机, 其中具有一个内转子电机和一个外转子电机; 内转子电机输出轴连接内转子电机减速齿轮组, 内转子电机减速齿轮组受到同步器三的控制而与动力输出轴接合、或与四挡齿轮组接合; 外转子电机输出轴连接外转子电机减速齿轮组, 外转子电机减速齿轮组连接动力输出轴;

[0011] ——双电机控制器, 分别连接着内转子电机的定子和外转子电机的定子, 对内转子电机和外转子电机进行相互独立的控制; 双电机控制器还连接着动力电池;

[0012] ——发动机, 其输出轴连接离合器的一端, 离合器的另一端受到同步器一和同步

器二的控制而与一档齿轮组、二档齿轮组、三档齿轮组、四档齿轮组之一接合或均不接合；一档齿轮组、二档齿轮组、三档齿轮组均连接着动力输出轴；四档齿轮组受到同步器三的控制而与动力输出轴接合、或与内转子电机减速齿轮组接合。

[0013] 本申请采用双转子电机的混合动力系统的实现方法是：

[0014] 单电机纯电驱动模式下，双电机控制器驱动外转子电机运转，外转子电机再通过外转子电机减速齿轮组驱动车辆行驶；

[0015] 双电机纯电驱动模式下，双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转；内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶；

[0016] 单电机制动能量回收模式下，外转子电机通过外转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能，并通过双电机控制器给动力电池充电；

[0017] 双电机制动能量回收模式下，外转子电机通过外转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能，并通过双电机控制器给动力电池充电；内转子电机通过内转子电机减速齿轮组将制动时的动能转化为电能，也通过双电机控制器给动力电池充电；

[0018] 发动机起动机模式下，双电机控制器驱动内转子电机运转，内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组、四档齿轮组、离合器使发动机起动机；

[0019] 发动机单独驱动模式下，发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二档齿轮组、三档齿轮组、四档齿轮组之一传递给动力输出轴，驱动车辆以相应挡位行驶；

[0020] 发动机和外转子电机共同驱动模式下，发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二档齿轮组、三档齿轮组、四档齿轮组之一传递给动力输出轴；双电机控制器驱动外转子电机运转，外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；来自于发动机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶；

[0021] 发动机和内转子电机和外转子电机共同驱动模式下，发动机的动力通过离合器和一档齿轮组、二档齿轮组、三档齿轮组、四档齿轮组之一传递给动力输出轴；双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转；内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶；

[0022] 增程驱动模式下，发动机的动力通过离合器、四档齿轮组、内转子电机减速齿轮组驱动内转子电机；内转子电机作为发电机将动能转换为电能，再通过双电机控制器为动力电池充电并为外转子电机提供能量；所提供外转子电机的能量通过双电机控制器驱动外转子电机运转，外转子电机再通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴以驱动车辆行驶；

[0023] 驻车充电模式下，发动机的动力通过离合器、四档齿轮组、内转子电机减速齿轮组驱动内转子电机；内转子电机作为发电机将动能转换为电能，再通过双电机控制器为动力电池充电；

[0024] 内转子电机以挡位控制和外转子电机共同驱动模式下，双电机控制器驱动内转子电机和外转子电机运转；外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组传递给动力输出轴；内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组、四档齿轮组、一档齿轮组或二档齿轮组

传递给动力输出轴；来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。

[0025] 本申请采用双转子电机的混合动力系统及其实现方法具有结构紧凑、系统高度集成、整车工作效率高、燃油经济性好、发动机低温起动平顺、低速爬坡能力好的特点。

附图说明

[0026] 图 1 是本申请采用的双转子电机的结构示意图；

[0027] 图 2 是本申请采用双转子电机的混合动力系统的结构示意图；

[0028] 图 3 ~ 图 23 是本申请采用双转子电机的混合动力系统的各种工作模式的能量传递路径示意图。

[0029] 图中附图标记说明：

[0030] 1 为双转子电机；10 为壳体；101 为轴承一；102 为轴承二；11 为内转子电机输出轴；12 为内转子；13 为内定子；135 为固定螺栓；14 为外定子；145 为冷却水道；15 为外转子；155 为外转子位置传感器；16 为外转子电机输出轴；2 为双电机控制器；3 为动力电池；31 为充电接口；4 为发动机；41 为发动机输出轴；42 为离合器；51 为一挡齿轮组；52 为二挡齿轮组；53 为三挡齿轮组；54 为四挡齿轮组；61 为同步器一；62 为同步器二；63 为同步器三；7 为内转子电机减速齿轮组；8 为外转子电机减速齿轮组；9 为动力输出轴。

具体实施方式

[0031] 请参阅图 1，本申请所采用的双转子电机包括：

[0032] ——壳体 10，包围其余各部件，其中，内转子电机输出轴 11 和外转子电机输出轴 16 伸出壳体 10 之外。

[0033] ——内转子电机输出轴 11，与壳体 10 之间由轴承一 101 加以密封。

[0034] ——内转子 12，包围且固定于内转子电机轴 11，两者保持同步转动。

[0035] ——内定子 13，包围着内转子 12，两者之间具有间隙。

[0036] ——外定子 14，包围着内定子 13。内定子 13 和外定子 14 共用一个定子支架，且通过固定螺栓 135 固定于壳体 10。在内定子 13 和外定子 14 之间具有冷却水道 145。

[0037] ——外转子 15，包围着外定子 14，两者之间具有间隙。在外转子 15 上设置有用于检测其转动角度的外转子位置传感器 155，例如为霍尔传感器。

[0038] ——外转子电机输出轴 16，包围着内转子电机轴 11。外转子电机输出轴 16 通过传动机构与外转子 15 保持同步转动。外转子电机输出轴 16 与壳体 10 之间由轴承二 102 加以密封。

[0039] 所述双转子电机中，内转子电机输出轴 11、内转子 12 和内定子 13 共同构成了内转子电机，外定子 14、外转子 15 和外转子电机输出轴 16 共同构成了外转子电机。内转子电机是电励磁同步电机，转子上没有永磁体。外转子电机是永磁同步电机，转子上设有永磁体。内转子电机和外转子电机之间具有冷却水道 145，通过对冷却水道 145 的高度设计，可以降低乃至消除内转子电机和外转子电机之间的磁通泄露所造成的相互影响。

[0040] 请参阅图 2，这是本申请采用双转子电机的混合动力系统的一个实施例。双电机控制器 2 通过三相线分别连接着双转子电机 1 的内定子 13 和外定子 14，从而可单独控制内转子电机和外转子电机工作。双电机控制器 2 还连接着动力电池 3。双电机控制器 2 中可

选地集成有逆变器。动力电池 3 可选地具有充电接口 31, 用于由外接电源进行充电。发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与一档齿轮组 51、二档齿轮组 52、三档齿轮组 53、四档齿轮组 54 之一接合或均不接合, 接合关系受到同步器一 61 和同步器二 62 的控制。双转子电机 1 的内转子电机输出轴 11 连接内转子电机减速齿轮组 7。双转子电机 1 的外转子电机输出轴 16 连接外转子电机减速齿轮组 8。一档齿轮组 51、二档齿轮组 52、三档齿轮组 53、外转子电机减速齿轮组 8 均连接动力输出轴 9。受到同步器三 63 的控制, 四档齿轮组 54 与动力输出轴 9 接合同时内转子电机减速齿轮组 7 与动力输出轴 9 接合、或四档齿轮组 54 与内转子电机减速齿轮组 7 接合。

[0041] 所述双转子电机 1 中的内转子电机为电励磁同步电机, 具有驱动和发电两种工作模式。驱动模式下, 内转子电机通过内转子电机减速齿轮组 7 和四档齿轮组 54 起动发动机 4, 或通过内转子电机减速齿轮组 7 将动力传递给动力输出轴 9 以驱动车辆行驶。发电模式下, 内转子电机通过四档齿轮组 54 和内转子电机减速齿轮组 7 将发动机 4 的输出动力转化为电能, 给外转子电机提供能源并通过双电机控制器 2 为动力电池 3 充电。

[0042] 所述双转子电机 1 中的外转子电机为内置式永磁同步电机, 也具有驱动和发电两种工作模式。驱动模式下, 外转子电机通过外转子电机减速齿轮组 8 将动力传递给动力输出轴 9 以驱动车辆行驶。发电模式下, 外转子电机通过外转子电机减速齿轮组 8 回收车辆制动能量并转化为电能, 再通过双电机控制器 2 为动力电池 3 充电。

[0043] 所述同步器一 61 位于一档齿轮组 51 和二档齿轮组 52 之间, 在同步器一 61 中具有一个可以左右移动的接合套一。当该接合套一向左移动时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与二档齿轮组 52 接合。当该接合套一向右移动时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与一档齿轮组 51 接合。当该接合套一置于中间位置时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与一档齿轮组 51 和二档齿轮组 52 均不接合。

[0044] 所述同步器二 62 位于三档齿轮组 53 和四档齿轮组 54 之间, 在同步器二 62 中具有一个可以左右移动的接合套二。当该接合套二向左移动时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与三档齿轮组 53 接合。当该接合套二向右移动时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与四档齿轮组 54 接合。当该接合套二置于中间位置时, 发动机 4 的输出轴 41 通过离合器 42 与三档齿轮组 53 和四档齿轮组 54 均不接合。

[0045] 所述同步器三 63 中具有一个可以左右移动的接合套三。当该接合套三向右移动时, 四档齿轮组 54 与动力输出轴 9 接合, 内转子电机减速齿轮组 7 也与动力输出轴 9 接合。当该接合套三向左移动时, 四档齿轮组 54 不与动力输出轴 9 接合, 内转子电机减速齿轮组 7 也不与动力输出轴 9 接合, 四档齿轮组 54 与内转子电机减速齿轮组 7 接合。

[0046] 本申请采用双转子电机的混合动力系统可以实现混联式混合动力系统的多种工作模式, 包括纯电驱动、制动能量回收、发动机起动、发动机单独驱动、发动机和外转子电机共同驱动、发动机和内转子电机和外转子电机共同驱动、增程驱动、驻车充电、内转子电机挡位控制和外转子电机共同驱动(纯电驱动爬坡)模式。

[0047] 单电机纯电驱动模式如图 3 所示, 双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的外定子 14 的三相绕组供电, 驱动外转子电机运转。外转子电机再通过外转子电机减速齿轮组 8 驱动车辆行驶。此时, 发动机 4、内转子电机均不工作, 离合器 42 分离, 同步器一 61 中的接合套置于中间位置, 同步器二 62 中的接合套也置于中间位置, 同步器三 63 中的接合套向左移

动。

[0048] 双电机纯电驱动模式如图 4 所示,双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7 传递给动力输出轴 9。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,发动机 4 不工作,离合器 42 分离,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套也置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0049] 单电机制动能量回收模式如图 5 所示,外转子电机通过外转子电机减速齿轮组 8 将制动时的动能转化为电能,并通过双电机控制器 2 给动力电池 3 充电。此时,发动机 4、内转子电机均不工作,离合器 42 分离,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套也置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向左移动。

[0050] 双电机制动能量回收模式如图 6 所示,外转子电机通过外转子电机减速齿轮组 8 将制动时的动能转化为电能,并通过双电机控制器 2 给动力电池 3 充电。内转子电机通过内转子电机减速齿轮组 7 将制动时的动能转化为电能,也通过双电机控制器 2 给动力电池 3 充电。此时,发动机 4 不工作,离合器 42 分离,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套也置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0051] 发动机起动机模式如图 7 所示,双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组供电,驱动内转子电机运转。内转子电机通过内转子电机减速齿轮组 7、四挡齿轮组 54、离合器 42 将动力传递给发动机 4 的输出轴 41,使发动机 4 起动。此时,外转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向左移动。由于内转子电机经过两级齿轮减速后起动发动机 4,不仅可以提高发动机 4 起动的平顺性,同时降低了内转子电机的峰值扭矩需求,进一步优化电机设计和提高内转子电机的功率。

[0052] 发动机以一挡单独驱动模式如图 8 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和一挡齿轮组 51 传递给动力输出轴 9,驱动车辆以一挡行驶。此时,内转子电机、外转子电机均不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向右移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0053] 发动机以二挡单独驱动模式如图 9 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和二挡齿轮组 52 传递给动力输出轴 9,驱动车辆以二挡行驶。此时,内转子电机、外转子电机均不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向左移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0054] 发动机以三挡单独驱动模式如图 10 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和三挡齿轮组 53 传递给动力输出轴 9,驱动车辆以三挡行驶。此时,内转子电机、外转子电机均不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向左移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0055] 发动机以四挡单独驱动模式如图 11 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和四挡齿轮组 54 传递给动力输出轴 9,驱动车辆以四挡行驶。此时,内转子电机、外转子电机均不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0056] 发动机以一挡挡位和外转子电机共同驱动模式如图 12 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和一挡齿轮组 51 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的外定子 14 的三相绕组供电,驱动外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机 4 和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,内转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向右移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0057] 发动机以二挡挡位和外转子电机共同驱动模式如图 13 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和二挡齿轮组 52 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的外定子 14 的三相绕组供电,驱动外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机 4 和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,内转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向左移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0058] 发动机以三挡挡位和外转子电机共同驱动模式如图 14 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和三挡齿轮组 53 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的外定子 14 的三相绕组供电,驱动外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机 4 和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,内转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向左移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0059] 发动机以四挡挡位和外转子电机共同驱动模式如图 15 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和四挡齿轮组 54 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的外定子 14 的三相绕组供电,驱动外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机 4 和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,内转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0060] 发动机以一挡挡位和内转子电机和外转子电机共同驱动模式如图 16 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和一挡齿轮组 51 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7 传递给动力输出轴 9。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向右移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0061] 发动机以二挡挡位和内转子电机和外转子电机共同驱动模式如图 17 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和二挡齿轮组 52 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7 传递给动力输出轴 9。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套向左移动,同步器二 62 中的接合套置于中间位置,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0062] 发动机以三挡挡位和内转子电机和外转子电机共同驱动模式如图 18 所示,发动

机 4 的动力通过离合器 42 和三挡齿轮组 53 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7 传递给动力输出轴 9。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向左移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0063] 发动机以四挡挡位和内转子电机和外转子电机共同驱动模式如图 19 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42 和四挡齿轮组 54 传递给动力输出轴 9。双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7 传递给动力输出轴 9。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。来自于发动机、内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶。此时,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0064] 增程驱动模式如图 20 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42、四挡齿轮组 54、内转子电机减速齿轮组 7 驱动内转子电机。内转子电机作为发电机将动能转换为电能,再通过双电机控制器 2 为动力电池 3 充电并为外转子电机提供能量。所述为外转子电机提供的能量通过双电机控制器 2 驱动外转子电机运转,外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9 以驱动车辆行驶。此时,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向右移动。

[0065] 驻车充电模式如图 21 所示,发动机 4 的动力通过离合器 42、四挡齿轮组 54、内转子电机减速齿轮组 7 驱动内转子电机。内转子电机作为发电机将动能转换为电能,再通过双电机控制器 2 为动力电池 3 充电。此时,外转子电机不工作,离合器 42 接合,同步器一 61 中的接合套置于中间位置,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向左移动。

[0066] 内转子电机以一挡和外转子电机共同驱动模式如图 22 所示,双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7、四挡齿轮组 54、一挡齿轮组 51 传递给动力输出轴 9。来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶,提高车辆低速纯电动爬坡能力。此时,发动机 4 不工作,离合器 42 分离,同步器一 61 中的接合套向右移动,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向左移动。

[0067] 内转子电机以二挡和外转子电机共同驱动模式如图 22 所示,双电机控制器 2 为双转子电机 1 中的内定子 13 的三相绕组、外定子 14 的三相绕组供电,驱动内转子电机和外转子电机运转。外转子电机的动力通过外转子电机减速齿轮组 8 传递给动力输出轴 9。内转子电机的动力通过内转子电机减速齿轮组 7、四挡齿轮组 54、二挡齿轮组 52 传递给动力输出轴 9。来自于内转子电机和外转子电机的动力共同驱动车辆行驶,提高车辆低速纯电动爬坡能力。此时,发动机 4 不工作,离合器 42 分离,同步器一 61 中的接合套向左移动,同步器二 62 中的接合套向右移动,同步器三 63 中的接合套向左移动。

[0068] 本申请采用双转子电机的混合动力系统及其实现方法具有如下优点:

[0069] 其一,采用双转子电机来实现混联式混合动力系统,因而结构紧凑、便于整车布置;系统高度集成、降低了成本。

[0070] 其二,提供了总共 21 种工作模式,进一步优化整车工作效率,提高燃油经济性。

[0071] 其三,内转子电机和外转子电机可以同时驱动车辆和回收制动能量,提高了纯电动行驶的动力性能和制动时的能量回收率。

[0072] 其四,内转子电机可以通过两级减速齿轮起动发动机,不仅可以提高发动机低温冷起动的平顺性,同时降低内转子电机的峰值扭矩需求,进一步优化电机设计提高内转子电机的功率。

[0073] 其五,由于内转子电机可以通过不同的减速齿轮传动比和外转子电机共同驱动,提高车辆低速纯电动爬坡能力。

[0074] 以上仅为本申请的优选实施例,并不用于限定本申请。对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

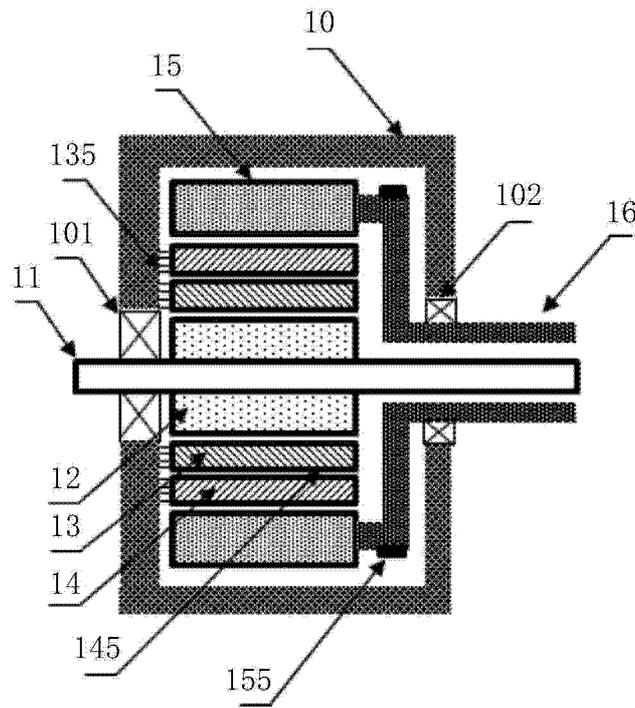


图 1

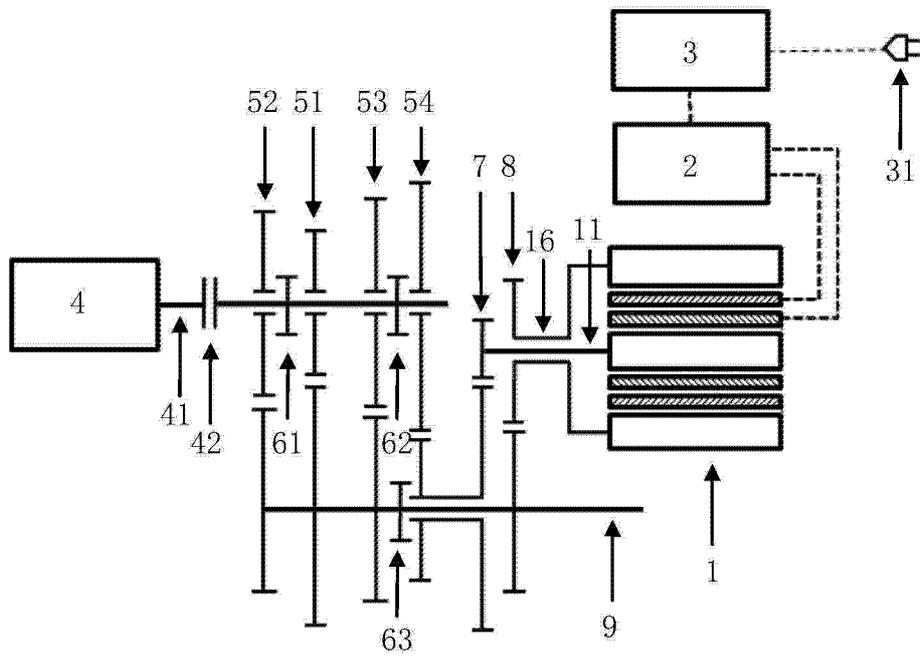


图 2

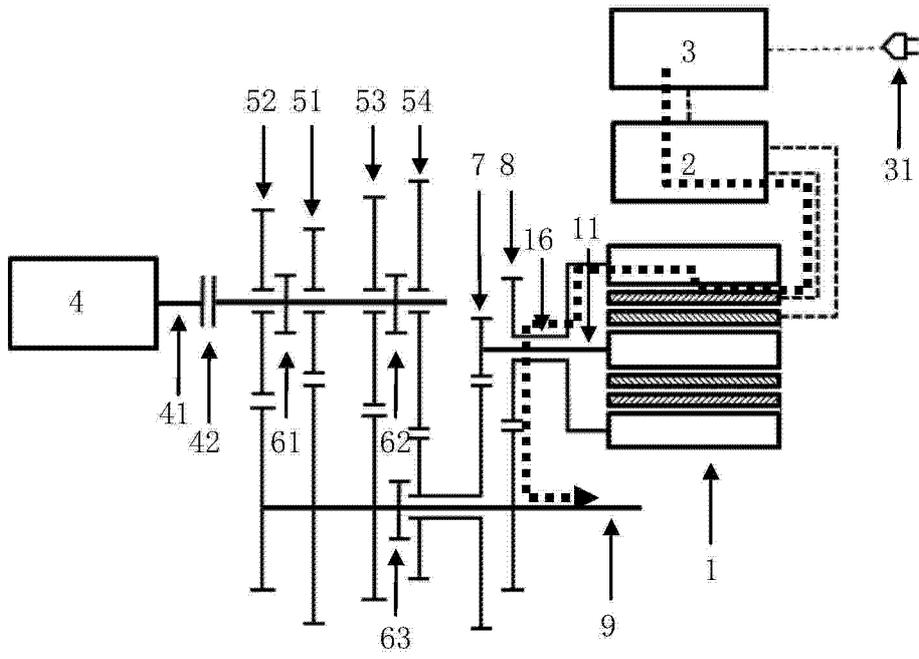


图 3

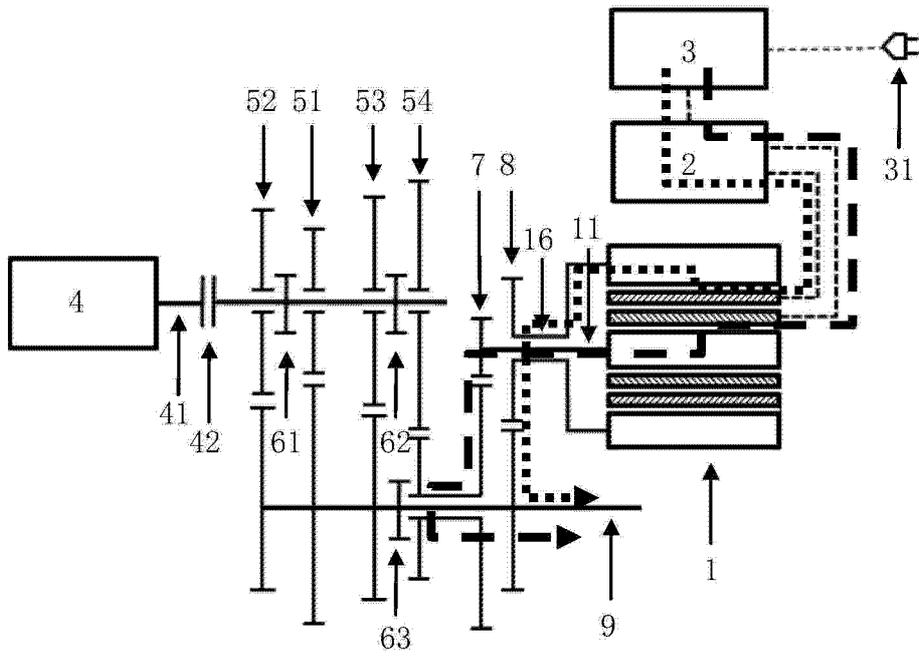


图 4

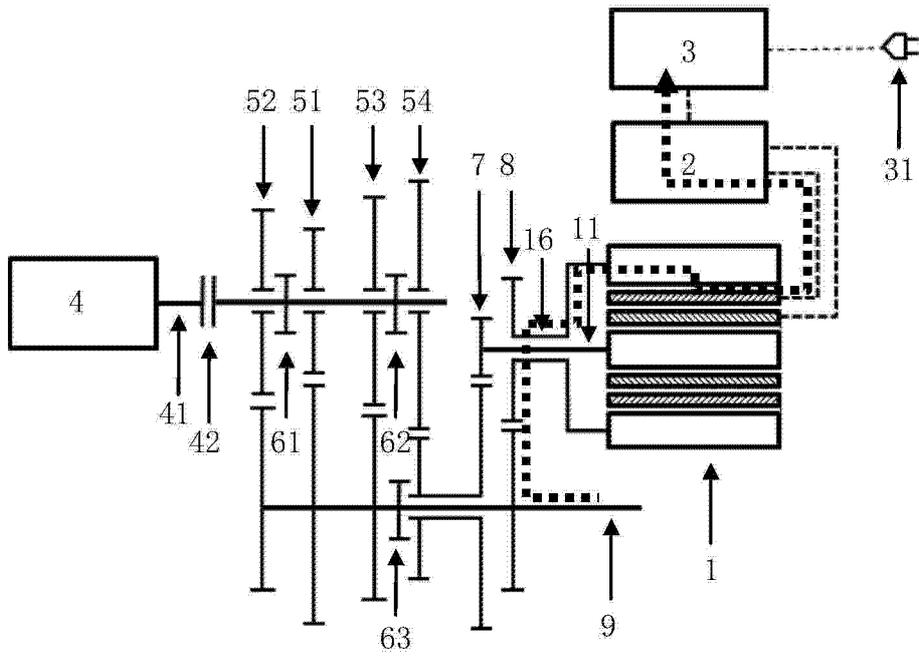


图 5

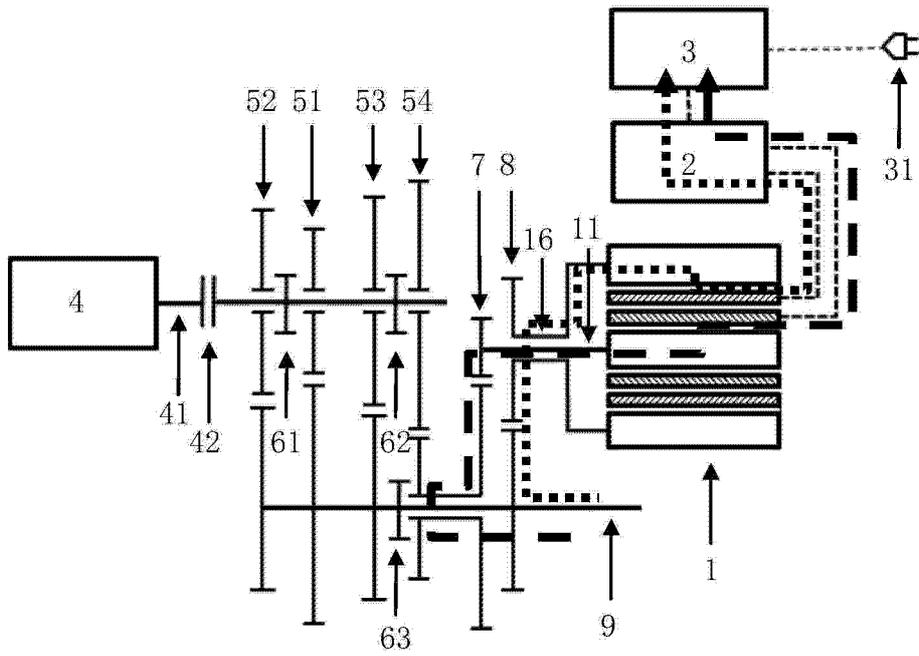


图 6

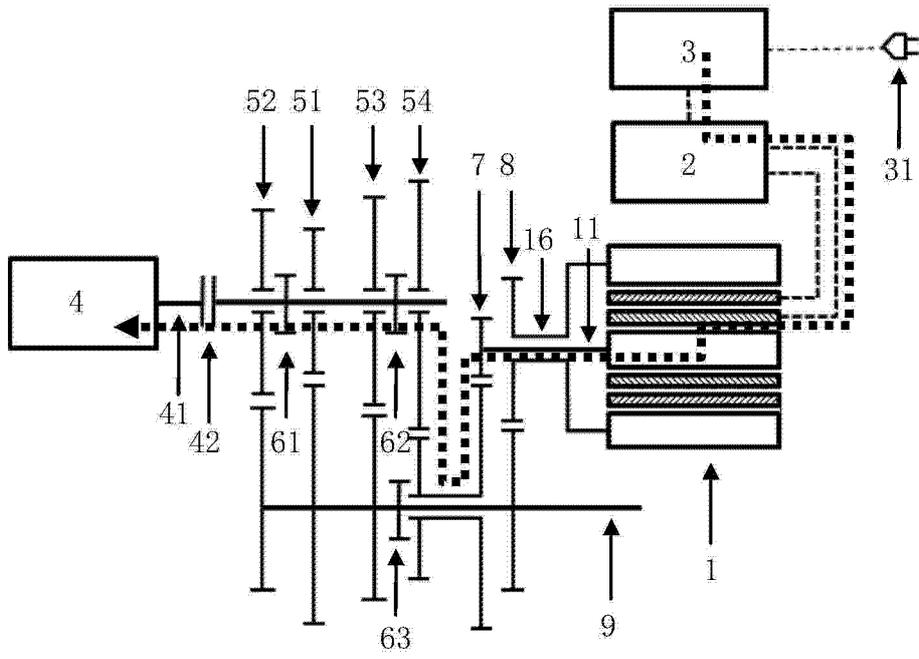


图 7

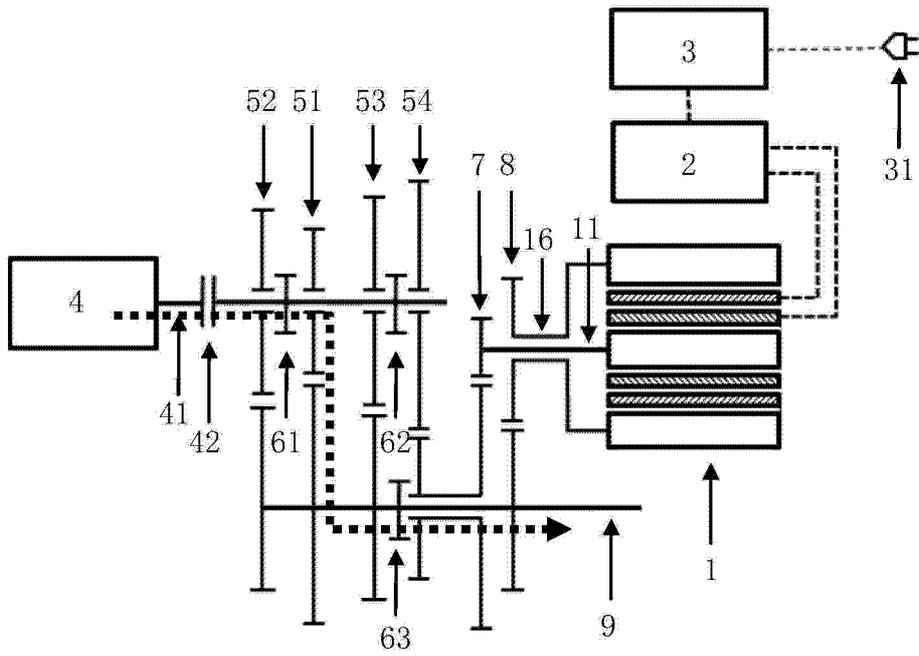


图 8

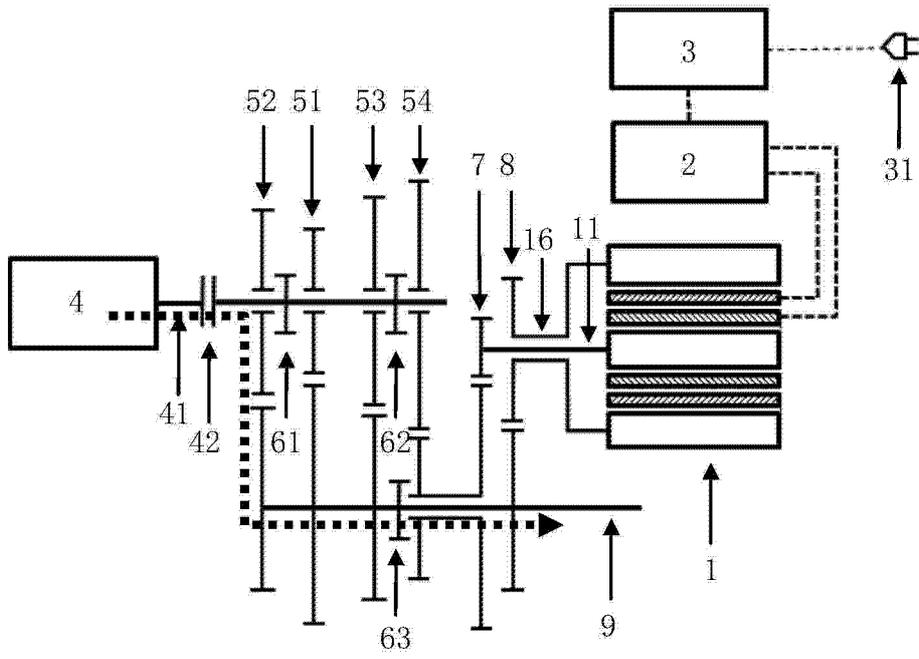


图 9

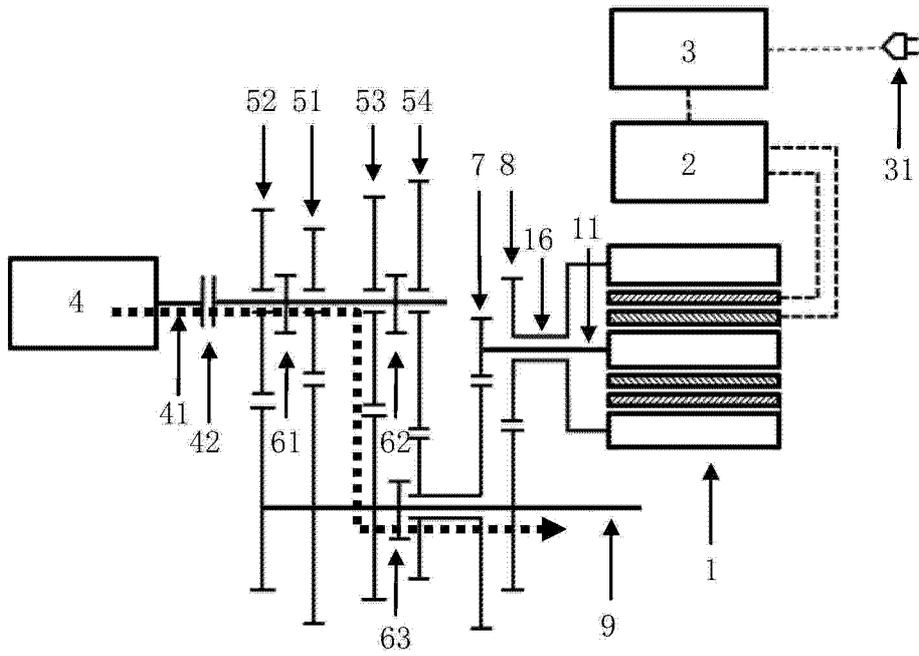


图 10

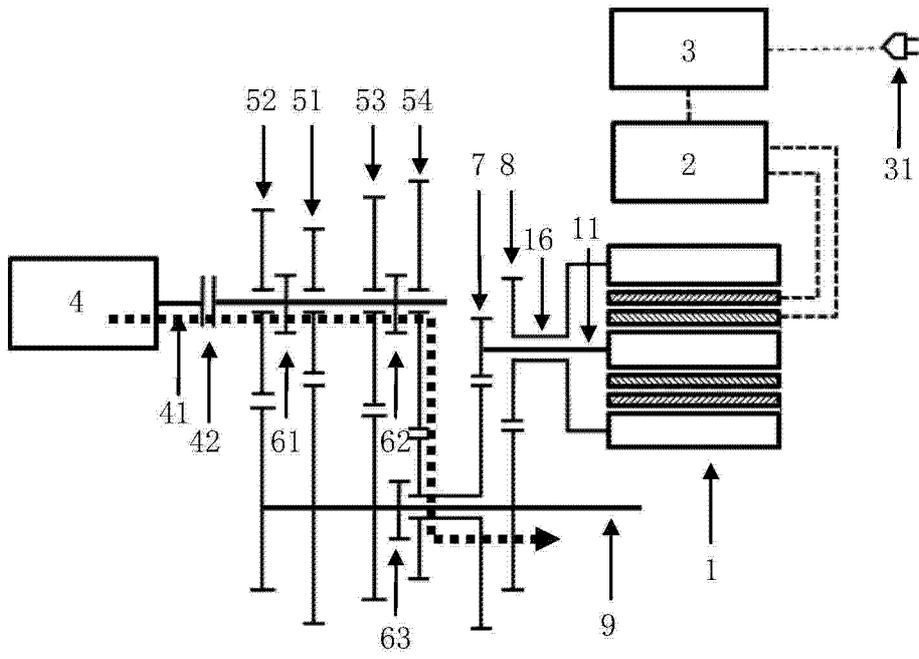


图 11

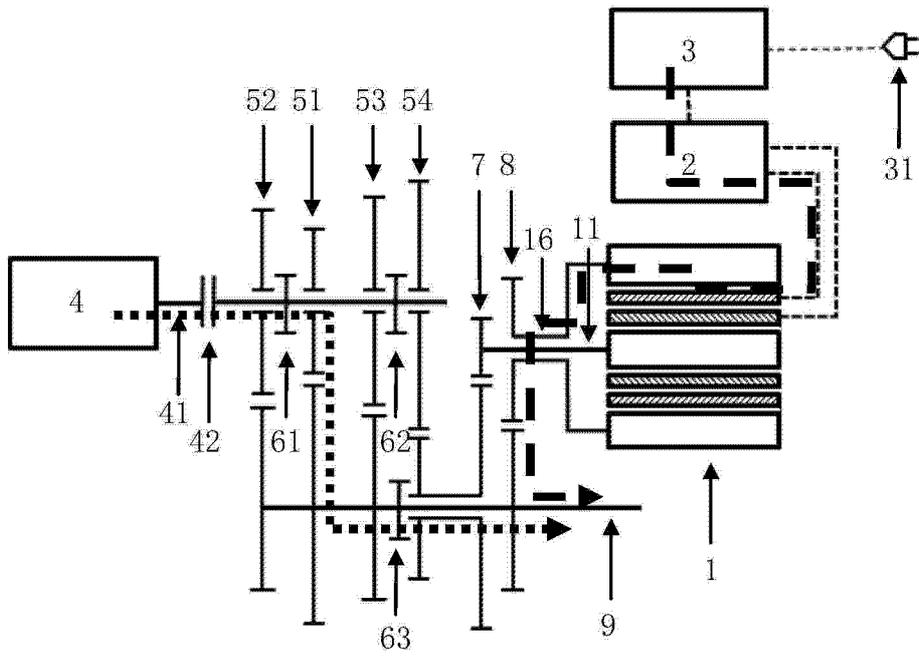


图 12

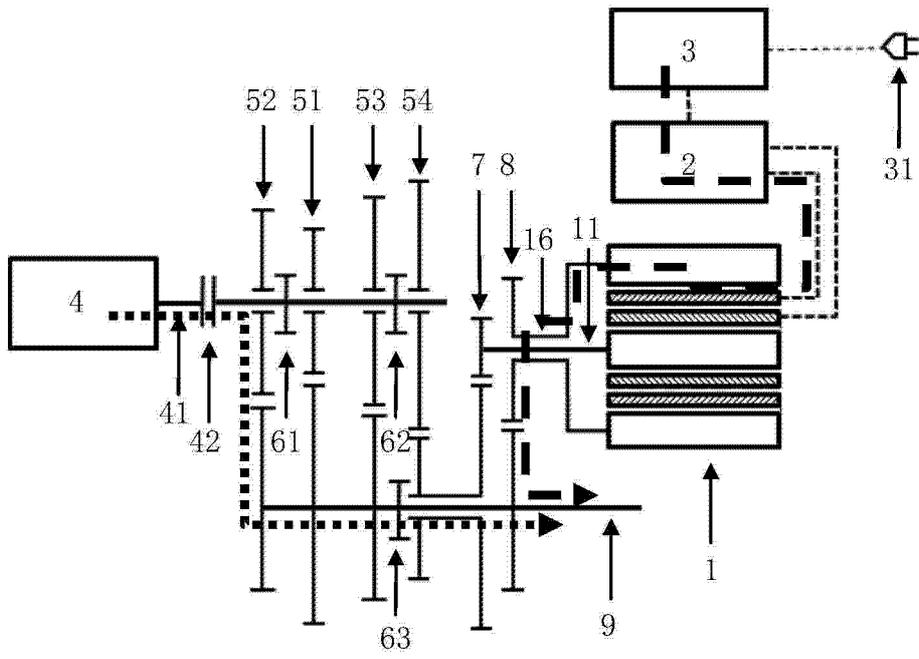


图 13

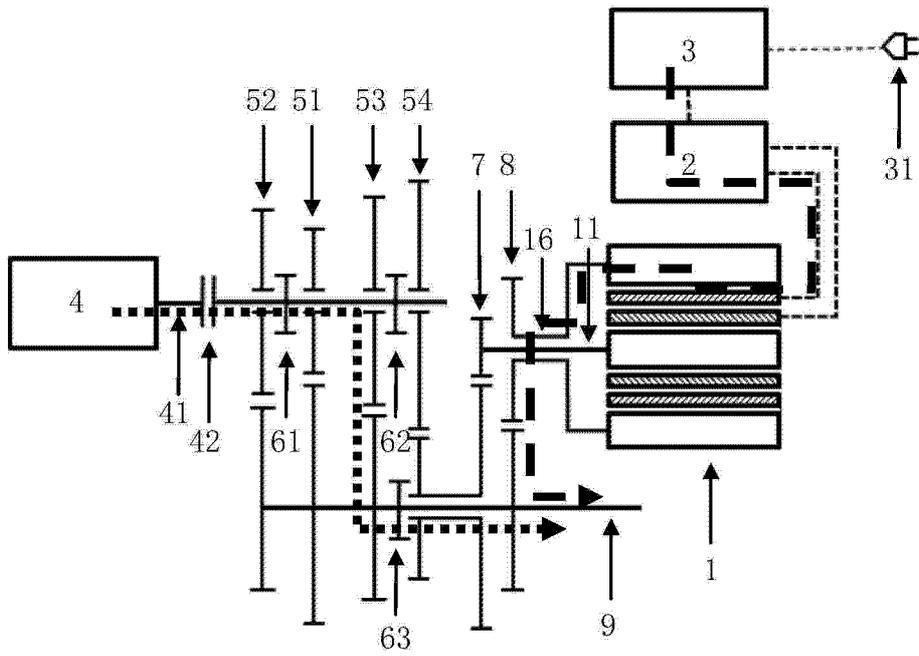


图 14

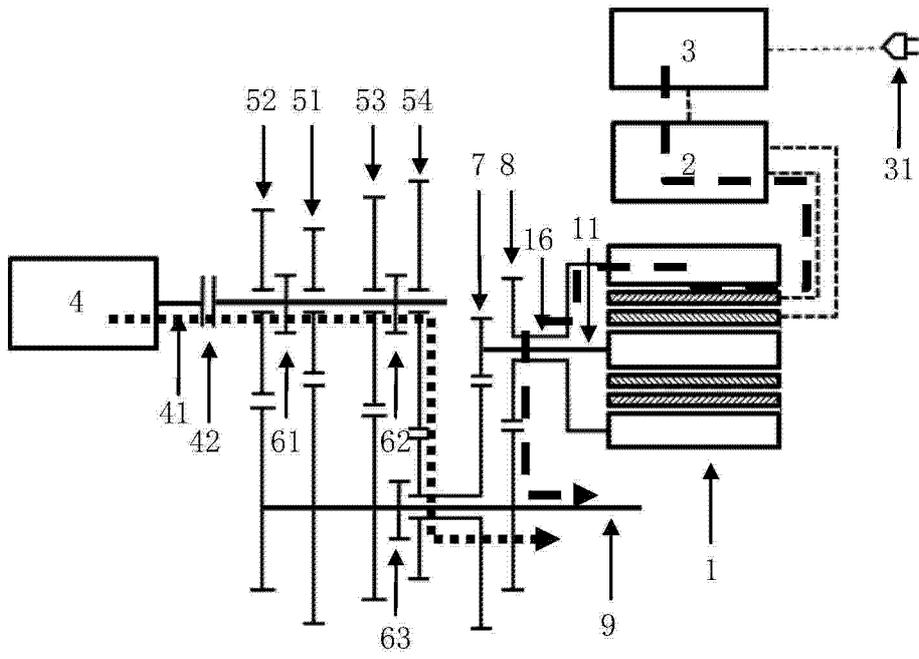


图 15

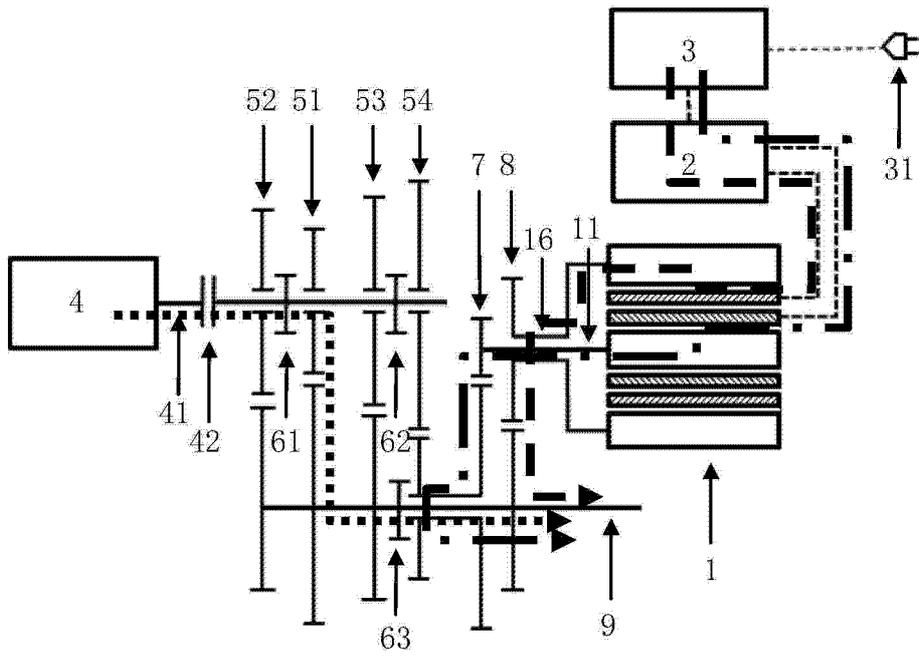


图 16

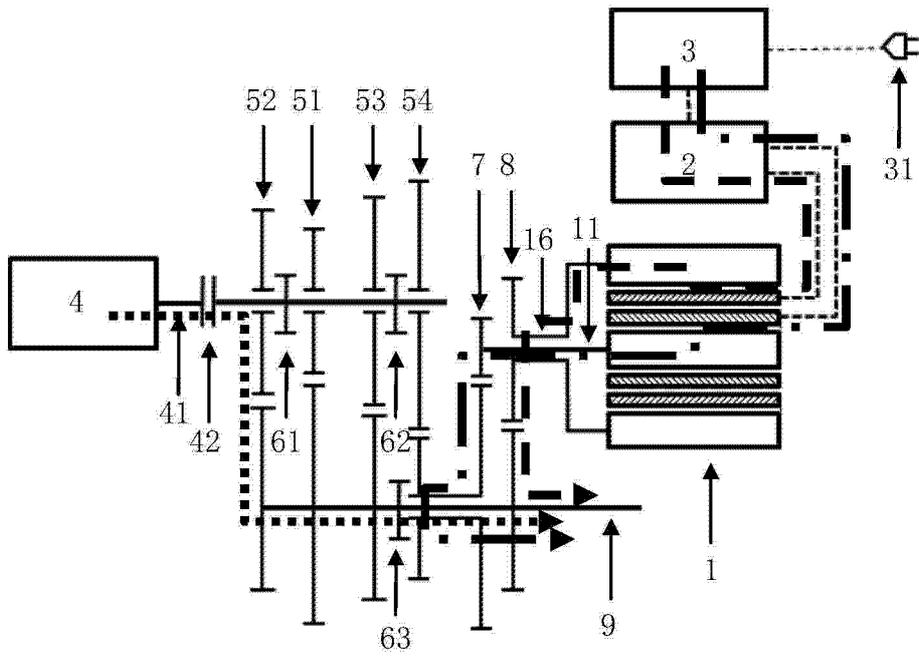


图 17

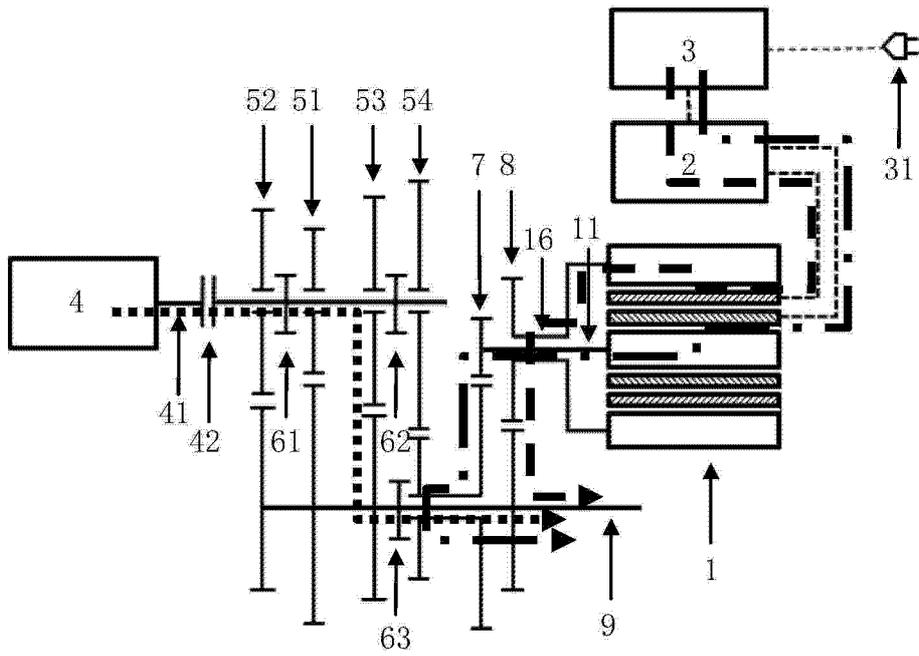


图 18

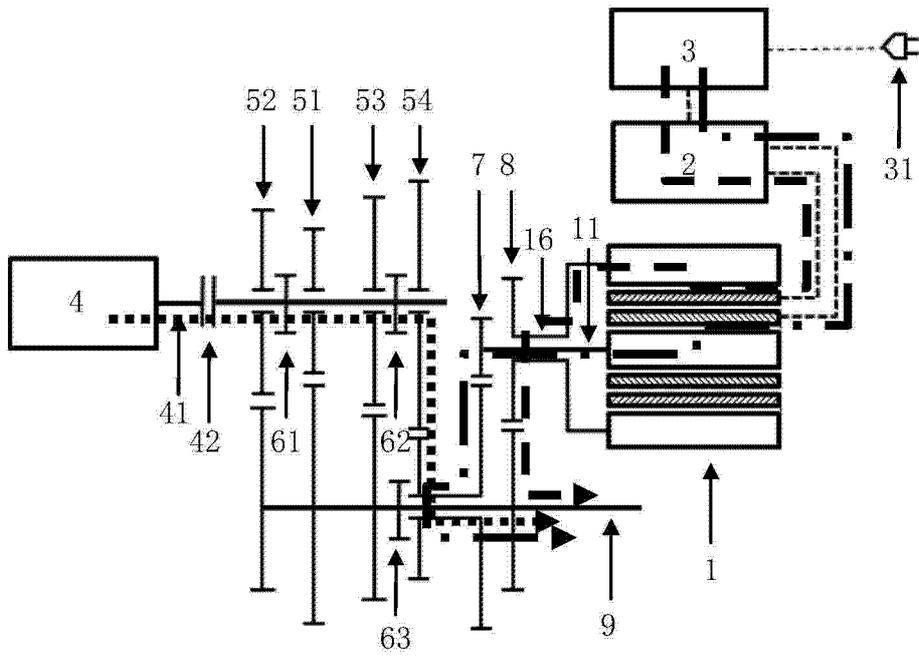


图 19

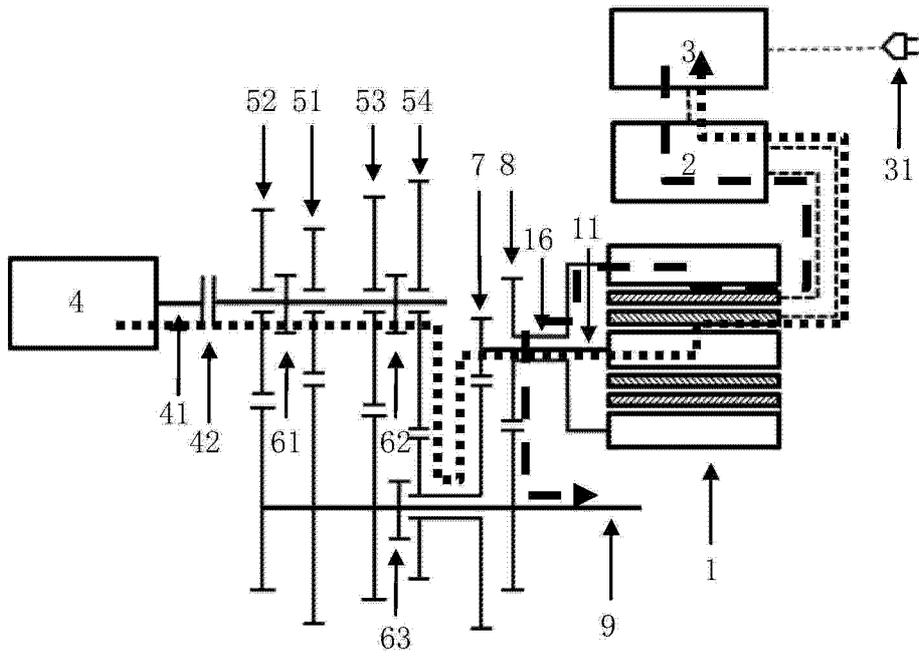


图 20

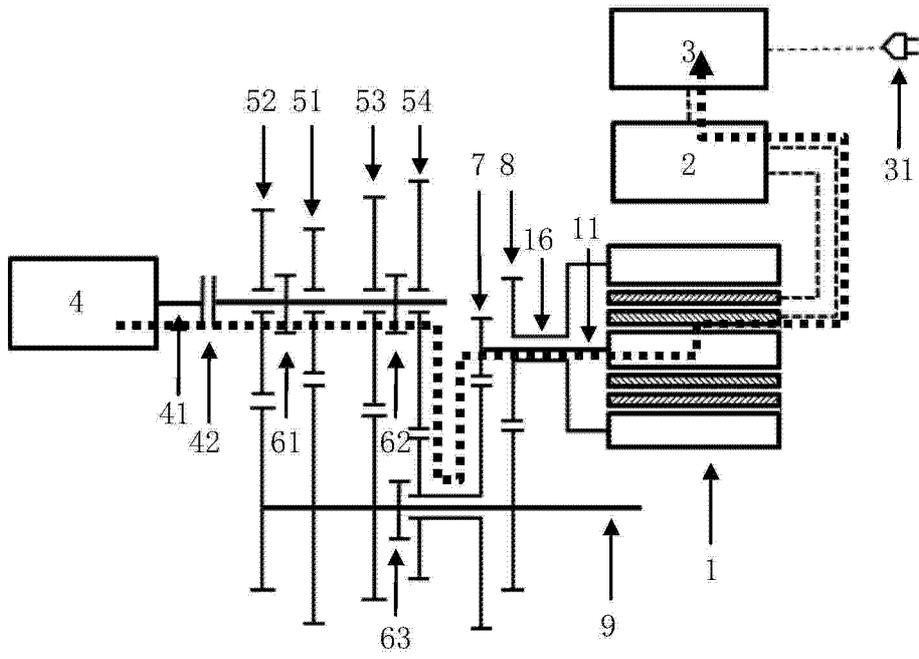


图 21

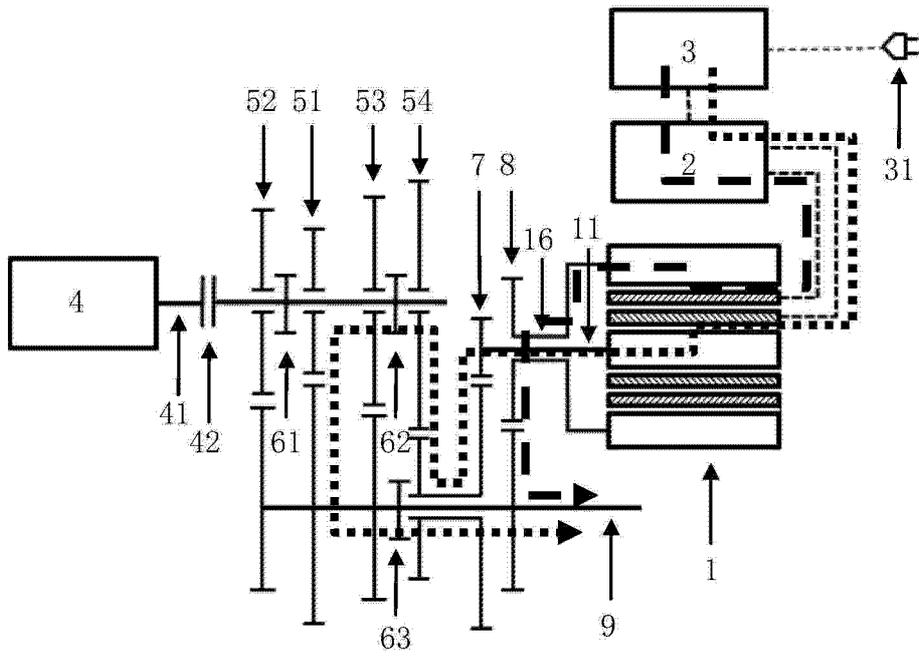


图 22

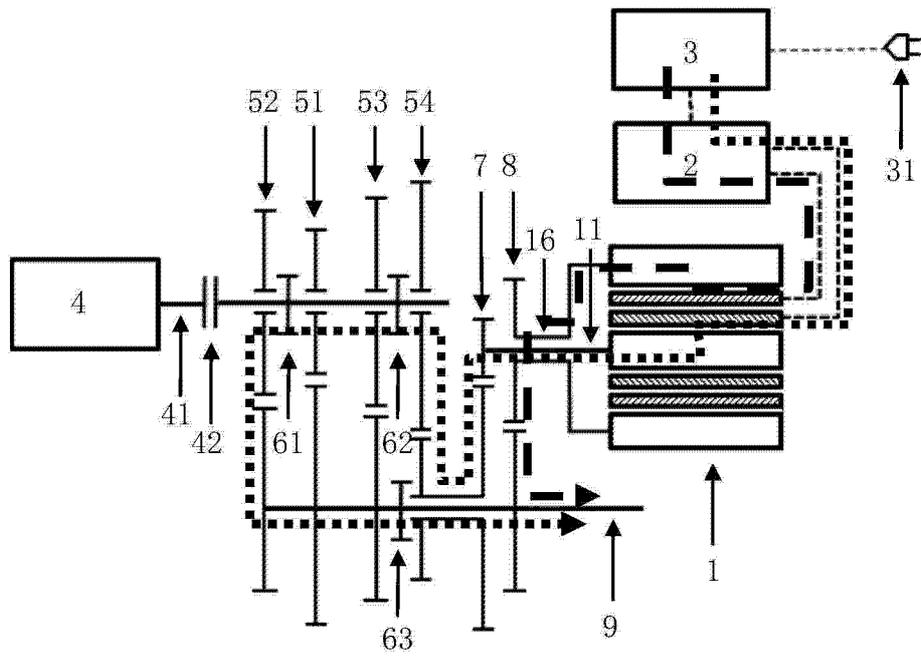


图 23