

1、一种混合动力系统，该系统包括发动机、第一电机、第二电机、电池组和车辆控制器，其中，所述车辆控制器：

接收车辆的档位信号、模式选择信号和当前电池电量信号；

对当前电池电量和电池电量阈值进行比较；

根据档位信号、模式选择信号和比较结果来选择运行模式；以及

根据选择的运行模式来控制所述发动机、第一电机和第二电机，使车辆根据选择的模式运行。

2、根据权利要求1所述的混合动力系统，其特征在于：

电池电量阈值为最小电量阈值；

且当档位信号为空档、前进档或倒档时；

当模式选择信号表明已选择纯电动模式时；以及

当比较当前电池电量和最小电量阈值表明当前电池电量大于最小电量阈值时；

所述车辆控制器选择纯电动模式作为车辆的运行模式。

3、根据权利要求1所述的控制系统，其特征在于，其中：

电池电量阈值为第一电量阈值；以及

对当前电池电量和最小电量阈值进行比较；

确定车辆的前一运行模式；

所述车辆控制器根据当前电池电量和第一电量阈值之间的比较结果和已确定的前一运行模式来选择车辆的运行模式。

4、根据权利要求 3 所述的控制系统，其特征在于，所述车辆控制器选择纯电动模式作为车辆的运行模式。

5、根据权利要求 3 所述的控制系统，其特征在于，所述车辆控制器选择串联模式作为车辆的运行模式。

6、根据权利要求 3 所述的控制系统，其特征在于，其中：

 电池电量阈值为第二电量阈值；以及

 当档位信号表明为前进档或倒档时；

 当模式选择信号表明已选择纯电动模式时；

 当当前电池电量小于第二电量阈值，且大于第一电量阈值时；

 所述车辆控制器根据当前电池电量和第一电量阈值、第二电量阈值的比较结果、当前档位信号、模式选择信号，选择串联模式作为车辆的运行模式。

7、根据权利要求 6 所述的控制系统，其特征在于，所选择的串联模式为串联双动力模式。

8、根据权利要求 1 所述的控制系统，其特征在于，

 所述车辆控制器：

 接收显示车辆的当前车速的速度输入信号；

 比较当前车速和最大车速阈值；

 根据当前车速和最大车速阈值的比较结果进一步选择车辆的运行模式。

9、根据权利要求 8 所述的控制系统，其特征在于：

电池电量阈值为第二电量阈值；
当车辆当前档位为前进档或倒档时；
当模式选择信号表明没有选择纯电动模式时；
当当前电池电量小于第二电量阈值时；以及
当当前车速大于最大车速阈值时；
所述车辆控制器选择并联三动力模式作为车辆的运行模式。

10、根据权利要求 1 所述的控制系统，其特征在于：

所述车辆控制器：

接收显示当前车速的速度输入信号；

接收最小车速阈值；

确定车辆的前一运行模式；以及

根据当前车速和最小车速阈值的比较结果和车辆的前一运行模式来进一步选择车辆的运行模式。

11、根据权利要求 10 所述的控制系统，其特征在于：

电池电量阈值为第二电量阈值；

当车辆当前档位为前进档或倒档时；

当模式选择信号表明没有选择纯电动模式时；

当当前电池电量小于第二电量阈值时；

当确定车辆的前一运行模式为并联三动力模式时；以及

当当前车速小于最小车速阈值时；

所述车辆控制器选择串联模式作为车辆的运行模式。

12、根据权利要求 10 所述的控制系统，其特征在于：

电池电量阈值为第二电量阈值；

当车辆当前档位为前进档或倒档时；

当模式选择信号表明没有选择纯电动模式时；

当当前电池电量小于第二电量阈值时；

当确定车辆的前一运行模式为串联模式时；以及

当当前车速大于最小车速阈值时；

所述车辆控制器选择并联三动力模式作为车辆的运行模式。

13、根据权利要求 1 所述的控制系统，其特征在于，所述运行模式从以下运行模式中选择：

纯电动模式：所述第二电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮；

串联模式：所述发动机提供动力给所述第一电机给所述电池组充电，所述第二电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮。

串联双动力模式：所述第二电机通过所述电池组和所述第一电机产生的电能供电，提供动力给车轮。

并联双动力模式：所述第二电机通过所述电池组供电并提供动力给车轮；

并联三动力模式：所述第二电机和第一电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮，同时，所述发动机也提供动力给车轮。

14、根据权利要求 1-13 任意一项权利要求所述的控制系统，其特征在于：所述第一电机为电动发电机，所述第二电机为牵引电机。

15、一种混合动力系统的控制方法，所述混合动力系统包括发动机、第一电机、第二电机、电池组，该控制方法包括的步骤为：

接收档位信号、模式选择信号和当前电池电量；

比较当前电池电量和电池电量阈值，得出一比较结果；

根据所述档位信号、模式选择信号和比较结果，选择一种运行模式，以便车辆根据所选择的模式来控制所述发动机、第一电机、第二电机。

16、根据权利要求 15 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在纯电动模式，其步骤为：

设定电池电量阈值为电池最小电量阈值；设定当前档位为空档、前进档或倒档；设定模式选择信号为纯电动模式信号；以及监测当前电池电量和电池最小电量阈值的比较结果为当前电池电量大于电池最小电量阈值。

17、根据权利要求 15 所述的控制方法，该控制方法包括的步骤为：

设定电池电量阈值为电池第一电量阈值；对当前电池电量和电池第一电量阈值进行比较；确定车辆的前一运行模式；

根据当前电池电量和第一电量阈值之间的比较结果和已确定的前一运行模式来控制车辆的运行模式。

18、根据权利要求 17 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在纯电动模式。

19、根据权利要求 17 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在串联模式。

20、根据权利要求 17 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在串联模式，其步骤为：

设定电池电量阈值为电池第二电量阈值；设定当前档位为前进档或倒档；设定模式选择信号为纯电动模式信号；

当当前电池电量小于第二电量阈值且大于第一电量阈值。

21、根据权利要求 20 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在串联双动力模式。

22、根据权利要求 15 所述的控制方法，该控制方法包括的步骤为：

检测车辆的当前车速，比较当前车速与最大车速阈值，得出一比较结果；根据所述比较结果进一步控制车辆的运行模式。

23、根据权利要求 22 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在并联三动力模式，其步骤为：

设定电池电量阈值为第二电量阈值；设定当前档位为前进档或倒档；设定模式选择信号不为纯电动模式信号；当前电池电量与第二电量阈值的比较结果为电池电量小于第二电量阈值，且当前车速与最大车速阈值的比较结果为当前车速大于最大车速阈值。

24、根据权利要求 15 所述的控制方法，该控制方法包括的步骤为：

检测车辆的当前车速，设定最小车速阈值，确定车辆的前一运行模式；根据当前车速和最小车速阈值的比较结果和车辆的前一运行模式来进一步控制车辆的运行模式。

25、根据权利要求 24 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在串联模式，其步骤为：

设定电池电量阈值为第二电量阈值 SOC2；设定当前档位为前进档或倒档；设定模式选择信号为未选择纯电动模式信号；电池电量的比较结果为当前电池电量小于第二电量阈值；确定车辆的前一运行模式为并联三动力模式；车速的比较结果为当前车速小于最小车速阈值。

26、根据权利要求 24 所述的控制方法，该控制方法控制车辆运行在并联三动力模式，其步骤为：

设定电池电量阈值为第二电量阈值 SOC2；设定当前档位为前进档或倒档；设定模式选择信号为未选择纯电动模式信号；电池电量的比较结果为当前电池电量小于第二电量阈值；确定车辆的前一运行模式为串联模式；以及车速的比较结果为当前车速大于最小车速阈值。

27、根据权利要求 15 所述的控制方法，其特征在于：所述车辆的运行模式从以下运行模式中选择：

纯电动模式：所述第二电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮；

串联模式：所述发动机提供动力给所述第一电机给所述电池组充电，所述第二电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮；

串联双动力模式：所述第二电机通过所述电池组和所述第一电机产生的电能供电，提供动力给车轮；

并联双动力模式：所述第二电机通过所述电池组供电并提供动力给车轮；

并联三动力模式：所述第二电机和第一电机通过所述电池组供电，提供动力给车轮，同时，所述发动机也提供动力给车轮。

28、根据权利要求 15-27 任意一项权利要求所述的控制方法，其特征在于：所述第一电机为电动发电机，所述第二电机为牵引电机。

29、一种车辆，其特征在于：所述车辆采用权利要求 1-14 任意一项权利要求所述的混合动力系统。

一种混合动力系统及控制方法和采用该系统的车辆

技术领域

本发明涉及一种混合动力系统及其控制方法，还涉及到一种采用该混合动力系统的车辆。

背景技术

在过去的几年里，降低汽车及其他公路车辆的油耗的问题引起了人们极大的关注，人们也关注起对汽车及其他车辆的污染物排放的减少问题。一个提议就是限制内燃机车辆的使用，并用可充电的电池供能的电动车辆代替内燃机车辆。然而，到目前为止，那些单纯的电动汽车的续驶里程都很有有限，一般不超过 150 公里。因此，混合动力汽车作为更优的选择以成为汽车工业的发展方向。

发明内容

本发明的其中一个目的是提供一种性能优越的混合动力驱动系统。

一种混合动力系统，该系统包括发动机、第一电机、第二电机、电池组和车辆控制器，其中，所述车辆控制器：

接收车辆的档位信号、模式选择信号和当前电池电量信号；

对当前电池电量和电池电量阈值进行比较；

根据档位信号、模式选择信号和比较结果来选择运行模式；以及

根据选择的运行模式来控制所述发动机、第一电机和第二电机，使车辆根据选择的模式运行。

本发明的另一个目的是提供一种该混合动力驱动系统的控制方法。

一种混合动力系统的控制方法，所述混合动力系统包括发动机、第一电机、第二电机、电池组，该控制方法包括的步骤为：

接收档位信号、模式选择信号和当前电池电量；

比较当前电池电量和电池电量阈值，得出一比较结果；

根据所述档位信号、模式选择信号和比较结果，选择一种运行模式，以便车辆根据所选择的模式来控制所述发动机、第一电机、第二电机。

本发明的另一个目的是提供一种采用该混合动力驱动系统的汽车。

本发明提供的混合动力驱动系统结构简单，而且该驱动系统的控制方法可以根据档位信号、模式选择信号、当前电池电量信号、当前车速信号来灵活控制驱动系统在多种工作模式工作。在整个驱动系统运行过程中，第二电机将作为主动力源驱动车辆行驶，并且整个过程中，发动机将始终工作在最佳效率点，从而使混合动力驱动系统很好地发挥自身的效能，在满足需求功率的同时实现对能量最大效率的利用，以达到提高燃油利用率、减少尾气排放的目的，从而实现低排放、低油耗。

附图说明

图 1 是一个具有混合动力系统车辆的发动机/电机的前舱示意图；

图 2 是一个混合动力系统的系统框图；

图 3 是图 2 在纯电动工作模式下的一个系统示意图；

图 4 是图 2 在制动反馈工作模式的系统示意图；

图 5 是图 2 在电机启动模式的系统示意图；

图 6 是图 2 在串联混合动力模式下的系统示意图，其中产生的多余电能用来充电；

图 7 是图 2 在串联混合双动力模式下的系统示意图，其中所有产生的电能和储存的电能都直接传递给牵引电机；

图 8 是图 2 在充电模式下的系统示意图；

图 9 是图 2 在制动反馈模式下的系统示意图；

图 9A 是图 2 在并联双动力模式下的系统示意图，其中发动机和牵引电机一起给车辆提供扭矩；

图 10 是图 2 在并联三动力模式下的系统示意图，其中发动机和两个电机一起给车辆提供扭矩；

图 11 是混合动力车辆动力总成的立体示意图；

图 12 是图 11 动力总成的部分爆炸图，其中包括变速器；

图 13 是档位选择总成的示意图；

图 14 是图 12 动力总成前箱盖的立体示意图；

图 15 是图 12 动力总成前箱盖的示意图，和附图 14 的方向相反；

图 16 是图 12 动力总成后箱盖的立体示意图；

图 17 是图 12 动力总成后箱盖的立体示意图，和附图 16 的方向相反；

图 18 是离合器及动力总成的侧面剖视图；

图 18A 是离合器总成构件的侧面视图；

图 19 是离合器总成组件的爆炸图；

图 20 是离合器分离轴承和箱盖图；

图 21 是动力系统的示意图，表示液压系统组件与扭矩分配总成相连；

图 22 是图 19 动力总成的转接盘总成的各部件图；

- 图 23 是动力总成和发电机的侧面剖视图；
- 图 24 是离合器分离轴承示意图；
- 图 25 齿轮减速总成的一个齿轮图；
- 图 26 是减速齿轮的主轴组件；
- 图 27 是减速齿轮示意图；
- 图 28 是液压系统的示意框图；
- 图 29 是发动机，指出了飞轮和离合器组件；
- 图 30 是动力总成的立体示意图；
- 图 31 是图 30 动力总成的左侧视图；
- 图 32 是图 30 动力总成的后侧视图；
- 图 33 是图 30 动力总成的顶视图；
- 图 34 是图 30 动力总成的仰视图；
- 图 35 是图 30 动力总成的示意图；
- 图 36 是工作模式控制的流程图；
- 图 37 是表示发动机和电池相关参数关系的曲线图；
- 图 38 是扭矩性能曲线图，说明输出扭矩和速度的关系；
- 图 39 是车轮和变速器连接的立体示意图；
- 图 40 是纯动力模式下控制流程图；
- 图 41 是串联模式下的控制流程图；
- 图 42 是并联模式下的控制流程图；
- 图 43 是不同工作模式转换的流程图；

图 44 是电气驱动系统的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步的描述。

具有多种工作模式混合动力系统 102 的车辆前舱 100 的部件位置如附图 1 所示。混合动力系统 102 包括一个发动机 104，一个电动发电机 106，一个牵引电机 108，和电池组 110。电池组 110 可以位于地板间隔内，在附图 1 中可能无法看到。混合动力系统 102 还可以包括其它组件，例如离合器或者扭矩分配总成（见附图 2-206），DC-DC 转换器 140，散热器 146，进气歧管 160，控制系统总成 170，减震器 180，还有其它部件无法看到，例如各种过滤器、喷油系统、主气缸总成、水泵、电子点火线圈等。

混合动力系统 102 如附图 2 所示，包括整车控制器 202、离合器控制器 204、离合器总成或扭矩分配总成 206、第一逆变器 208、驱动逆变器 210、发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108、以及通过差速器总成 220 或其它类似扭矩传递装置连接驱动车轮 212 的连接结构。差速器总成 220 允许相对车轮，例如左前轮和右前轮，在没有轮胎滑动或抓地的情况下以不同的速度转动从而完成转弯和回转。第一逆变器 208 和驱动逆变器 210 可以是整车控制器 202 的一部分，也可以是单独的器件。

发动机 104 可以是汽油发动机、柴油发动机、或者甲醇、乙醇、丙烷、氢等发动机。发动机 104 优选为四汽缸发动机，也可以为其它众所周知的动力源。电动发电机 106 和牵引电机 108 可以是交流电机、开关磁阻电机、直流永磁电机、感应电机或其它合适的电机。电动发电机 106 和牵引电机 108 既可以作为发电机，也可以作为电动机。当作为发电机使用时，电机将

机械能转化为电能，在一些具体实施例中用来给电池组充电；当作为电动机使用时，电机将电能转化为机械能直接或间接给车辆的车轮提供扭矩。

在一个具体实施例中，整车控制器 202 与第一逆变器 208、驱动逆变器 210、离合器控制器 204 进行信号传递。离合器控制器 204 用于控制离合器（扭矩分配总成）206。整车控制器 202 至少包括一个微程序，也可以为计算机/计算机系统或分立元件。整车控制器 202 控制混合动力系统 102 处于不同的工作模式。车辆的工作模式可以决定混合动力系统 102 的一个或多个组件的特定工作状态，这些组件包括发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108、离合器控制器 204、扭矩分配总成 206、第一逆变器 208 和驱动逆变器 210。

当整车控制器 202 启动发动机 104 时，电动发电机 106 为发动机 104 提供旋转动力，这样，电动发电机 106 能够像传统的启动电机一样工作。发动机 104 也可以通过带动电动发电机 106 工作，并提供扭矩对电池组 110 充电，或在一个特定的工作模式下给牵引电机 108 提供动力。

牵引电机 108 通过齿轮减速总成 1108 和差速器总成 220 给车轮 212 提供扭矩。齿轮减速总成 1108 和差速器总成 220 可以做成一体，当离合器 206 结合时，牵引电机 108 除接收电池组 110 的电能或电动发电机 106 的动力以外，还可以接收发动机 104 提供的动力，这要取决于车辆的工作模式和工作负载。另外，牵引电机 108 还可以通过能量回馈或其它机构给电池组 110 充电。

电池组 110 基于其内部的结构及电池单体的排列形式可以提供不同的电压值给电动发电机 106 和牵引电机 108 以满足电机的各种需求。电池组提供的电压值由其内部的单体电池来决定，例如，电池组 110 由 100 节单体电池串联组成，每节电池的电压为 3.3V 左右，则电池组 110 给第一逆变

器 208 提供大约 330V 的直流电压，经第一逆变器 208 将直流电转化为交流电并将其提供给电动发电机 106。提供给电动发电机 106 的电压值的数值可以由控制器 202 来控制，其数值范围为 0V—330V；同样，电池组 110 也可以给驱动逆变器 210 供电，驱动逆变器 210 将直流电转化为交流电并为牵引电机 108 供电，控制器 202 同样控制牵引电机 108 两端的电压使其数值位于 0V—220V 之间。另，第一逆变器 208 和驱动逆变器 210 之间还可以互相供电。优选地，电动发电机 106 和牵引电机 108 采用交流多相结构的电机。

尽管第一逆变器 208 和驱动逆变器 210 看起来是独立的，但可以包含在一个单独的部件里，或设定为多个单独的组件，这些组件可以包含在整车控制器 202 中，也可以单独存在。电池组 110 可以提供电能给发动机 104 完成电子点火和产生火花，其还可以提供电能给整车控制器 202、离合器控制器 204、车辆照明系统、车身附件以及混合动力车辆的其它组件。

关于在这份文件中所用的模式或子模式的术语，只有电机工作时，此时该车辆被定义为电动车或被定义为车辆运行在纯电动模式（EV）下；既有发动机又有一个或多个电机工作时，该车辆被定义为混合动力车或被定义为车辆工作在混合动力模式（HEV）下，在混合动力模式下又可以分为串联模式和并联模式。

串联模式是指发动机只给发电机提供动力，发动机不直接提供扭矩给车轮。串联模式可以根据其工作组件的组成可以分为多种子模式，如串联模式及串联双动力模式。

并联模式是指通过设置接合机构，如离合器，发动机给发电机提供扭矩来产生电能，同时也提供扭矩来驱动车轮。此外，并联模式可以根据其工作

组件的组成可以分为多种子模式，如并联双动力模式及并联三动力模式。多种工作模式参考附图 3 到 10 进行更详细的解释。

在仪表板上设置有可供驾驶员选择的开关（EV/HEV 开关），可以允许驾驶员在纯电动模式（EV）或混合动力模式（HEV）下转换。开关可以是可压的按钮、旋钮、控制杆或者其它控制输入端，可位于车辆内部或车辆的其它位置。整车控制器 202 将开关的状态作为输入操作信号来决定驾驶员是否已经选择了纯电动模式或者混合动力模式。所述选择开关（EV/HEV 开关）的信号可以通过车辆驾驶室内一显示装置进行显示。

附图 3 是混合动力系统 102 在纯电动模式（EV）下的示意图。在纯电动模式的一个具体实施例中，电池组 110 通过驱动逆变器 210 提供动力给牵引电机 108。离合器 206 是分离状态，所以电动发电机 106 和牵引电机 108 不是接合的。发动机 104 不工作（因此用虚线表示），牵引电机 108 提供全部动力来驱动车轮 212。当车辆驾驶员利用 EV/HEV 开关选择纯电动模式时，混合动力系统 102 在纯电动模式下工作。例如，当 EV/HEV 开关被选择了纯电动模式，整车控制器 202 可以发出一个或多个输出控制信号来控制离合器控制器 204、电动发电机 106 和牵引电机 108，因此只有牵引电机 108 驱动车轮 212。整车控制器 202 也可以提供其它的输出控制信号。在附图 3 至 10 中虚线部分所示的组件表示这些组件在这个特定的模式下不工作。

附图 4 是混合动力系统 102 在能量回馈模式下工作状态的示意图。在能量回馈模式下，牵引电机 108 接收车轮 212 的动力，并将该动力通过牵引电机 108 转换成交流电，然后通过驱动逆变器 210 将交流电转换为直流电给电池组 110 充电。在一个具体实施例中，当车辆减速时，混合动力系统

102 在能量回馈模式下工作,例如当驾驶者不踩油门或踩最低限度的油门时,这也要依赖于道路的坡度。

根据以上工作模式,尽管电动发电机 106 可以通过发动机 104 提供的动力给电池组 110 充电,并/或给牵引电机 108 提供电量;但在以下描述的并联模式下,当离合器 206 结合,电动发电机 106 在能量回馈模式下并不给电池组 110 充电。

一个或多个输入工作信号可以使整车控制器 202 在能量回馈模式下工作。例如,当油门踏板深度输入工作信号低于一个预先设定的极限值时,混合动力系统 102 可以在能量回馈模式下工作,比如当驾驶者不踩油门或轻踩油门。当一个制动输入操作信号高于一个预先设定的极限值时,能量回馈模式也是可以运行的,这表明驾驶者在踩刹车踏板。在一个具体实施例中,当油门深度输入操作信号是 0 时(意味着没有踩踏板)和制动输入操作信号高于 0 时(意味着踩了刹车踏板),混合动力系统 102 在能量回馈模式下工作。

附图 5 所示是混合动力系统 102 在电动启动模式下的工作状态。在电动启动模式下,电池组 110 给电动发电机 106 提供电能来启动发动机 104。电动发电机 106 一直带动发动机 104 旋转,直到发动机 104 的转速达到最佳工作速度,然后启动发动机 104。在一个具体实施例中,当发动机 104 达到 1200rpm 的工作速度时其最佳工作状态出现,此时发动机的电子点火系统(图中未示出)点火,发动机 104 被启动。

整车控制器 202 可根据当前的操作及车辆所处工作模式如串联模式或并联模式来调节发动机 104 的转速。当车辆处于串联模式时,控制器 202 控制发动机 104 处于一个最佳转速来带动电动发电机 106 进行发电;当车辆处于并联模式时,发动机 104 的动力可以通过离合器 106 传递到车辆的

车轮 212，此时控制器 202 根据车速、车辆加速度及车辆负载等因素来控制发动机 104 的转速输出。

附图 6 所示是混合动力系统 102 串联模式的示意图，此时电动发动机 106 产生的多余电量被用来给电池组 110 充电。在串联模式下，发动机 104 驱动电动发电机 106 发电通过第一逆变器 208 给电池组 110 充电。另外，电池组 110 通过驱动逆变器 210 给牵引电机 108 供电，然后由牵引电机 108 驱动车轮 212。例如，在电动发电机 106 产生的动力大于牵引电机 108 消耗的动力时，此时，牵引电机 108 接收电动发电机 106 产生的动力，多余的动力被用来给电池组 110 充电。

附图 7 所示是混合动力系统 102 串联双动力模式下的示意图。当牵引电机 108 的动力需求大于或者等于电动发电机 106 能够产生的动力时，牵引电机 108 除吸收来自电动发电机 106 的动力，还可以从电池组 110 吸收电能来驱动车轮。因此，在串联双动力模式下，电动发电机 106 和电池组 110 同时给牵引电机 108 提供动力。

附图 8 所示是混合动力系统 102 怠速充电模式下的示意图。在怠速-充电模式下，发动机 104 驱动电动发电机 106 给电池组 110 充电。在一个具体实施例中，当档位信号表示车辆在停车档或空档时，混合动力系统 102 可运行在怠速充电模式下。然而，基于一些其它的输入信号及其组合，混合动力系统 102 也可以在怠速充电模式下工作。

附图 9 所示是混合动力系统 102 能量回馈和充电模式的工作示意图。在能量回馈和充电模式下，一个或多个组件利用一个或多个充电机构给电池组 110 充电。例如，通过制动回馈，牵引电机 108 通过接收驱动车轮 212 的动力，作为一个发电机给电池组 110 提供电能。同时，发动机 104 可以驱动电动发电机 106 给电池组 110 进一步充电。当一个或多个输入操作信号超

过或者降到一个预先设定的极限值之下，混合动力系统 102 可以在能量回馈和充电模式下工作。例如，当油门深度输入操作信号是 0，而且制动输入操作信号高于 0 时，混合动力系统 102 可以在能量回馈和充电模式下工作。

图 9A 所示是依照并联双动力模式下混合动力系统 102 的工作示意图。在并联双动力模式下，离合器或扭矩分配总成 206 是结合的。离合器 206 接合后，发动机 104 通过与电动发电机 106 和牵引电机 108 的直接连接给驱动车轮 212 提供扭矩，因此，发动机 104 和牵引电机 108 同时给车轮 212 提供扭矩。同时，在这种工作模式下，发动机 104 带动电动发电机 106 发电可以对电池组 110 进行充电。当然本工作模式下的另一种替换，电动发电机 106 也可以不对电池组 110 进行充电。

附图 10 所示是依照并联三动力模式混合动力系统 102 工作示意图。在并联三动力模式下，离合器或扭矩分配总成 206 是结合的。离合器 206 接合后，发动机 104 通过与电动发电机 106 和牵引电机 108 的直接连接给驱动车轮 212 提供扭矩。因此，发动机和两个电机同时给车轮 212 提供扭矩。另外，电池组 110 给电动发电机 106 和牵引电机 108 提供电能以进一步增加电动发电机 106 和牵引电机 108 驱动车轮 212 的扭矩。

在不同的实施例中，离合器 206 与牵引电机 108 的结构及连接形式是不同的。在图 11 所示的一种实施例中，离合器或者动力分配总成 206 的输出轴并没有与牵引电机 108 直接相连，而是与齿轮减速总成 1108 的减速齿轮相连，齿轮减速总成 1108 可以包含多个齿轮，如一级减速齿轮和二级减速齿轮，齿轮减速总成 1108 与牵引电机 108 的输出轴机械连接，经过减速后将动力传递给差速器总成 220 或者其它的齿轮装置。如上，在一些实施例中，齿轮减速机构或者减速齿轮可以包含在差速器总成 220 中。

在另一个具体实施例中，齿轮减速机构或者减速齿轮可以是斜齿轮、行星齿轮、直齿轮或者它们的相互组合。齿轮减速总成 1108 还包括一个接收牵引电机 108 扭矩输入的输入轴。作为一种变通实施例，齿轮减速总成 1108 还包括一接收其他动力源扭矩的第二输入轴。

下面是发动机 104、电机 106 和 108 的几个参数说明。在一个具体实施例中，发动机 104 为三汽缸发动机，排气量可以是 998cc，最大输出扭矩是 90N·m，最大输出功率是 50kW，最大输出速度为 6000rpm。在另一个实施例中，电动发电机 106 的最大输出扭矩是 150 N·m，最大输出功率是 20 kW，最大输出速度为 5000rpm。再有一个实施例，牵引电机 108 的最大输出扭矩是 400 N·m，最大输出功率是 50 kW，最大输出速度为 6000rpm。

当然，虽然发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108 均可以给电池组 110 充电，电池组 110 还可以通过外部电功率输入装置进行充电，因此，该混合动力系统也可以认为是“插入式”混合动力系统。如附图 2 所示，与电池相连接的整车控制器 202 可以与外部充电接口 230 相连接，这里也包括一个逆变器 234。例如，充电接口 230 可以吸收通过插头 242 和插座 244 从电网 240 接收的电能为电池组 110 充电。在一个具体实施例中，输入功率可以是标准插座的标准 120-240VAC 功率，也可以是家用电源。一种合适的直流电源，例如一个大的蓄电池作为工具也可以给电池充电。通过插入式充电为电池组 110 进行适当充电后，可使车辆在完全不用发动机 104 的情况下在纯电动模式（EV）下运行。

电池组 110 可以为铅酸电池、镍铬电池、铁电池或者镍氢电池等，优先地，所述电池系统中单体电池的正极活性物质为一种混合晶体，所述混合晶体含有晶体一和晶体二，所述晶体一为磷酸亚铁锂，所述晶体二为通式 $A_aM_bN_cO_d$ 表示的化合物中的一种或几种，A、M、N 两两不同，各自为 II A、

IIIA、IVA、VA、IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VII B 或VIII族金属， $0 \leq a \leq 6$ 、 $0 \leq b \leq 6$ 、 $0 < c \leq 6$ 、 $0 < d \leq 12$ ，且 a、b 不同时为 0；且该正极活性物质在 25°C 下的电子电导率为 0.01-10 S/cm。这能够使车辆单次充满电后行驶 50 公里以上。在一个优选的具体实施例中，当在纯电动模式下，车辆单次充满电后可以行驶的里程范围至少为 100 公里。

附图 11 所示是动力总成 1104 的一个结构示意图，其包括发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108、一个齿轮减速总成 1108，也可以是变速器，其中包括一个或多个齿轮总成，齿轮减速总成 1108 在结构上包含第一速度的输入端和一个第二速度的输出端，第一速度输入端与牵引电机的输出端连接，第二速度的输出端与差速器总成 220 的输入部分连接，其中第一速度大于第二速度。齿轮减速总成 1108 还包括一个驻车机构（附图 12 的 1250），其提供机械齿轮便于档位的选择，例如停车档、空档、倒档和前进档。发动机 104 可以包括其它组件，例如油底壳 1112、机油滤清器 1114、空气滤清器外壳 1116 等。

附图 12 所示是连接在电动发电机 106 和牵引电机 108 之间的变速器或者齿轮减速总成 1108 的组件爆炸图。在齿轮减速总成 1108 的一边是由牵引电机箱体 1222、牵引电机 108 及牵引电机箱盖 1224 组成的牵引电机总成 1226，牵引电机 108 包含一个电机转子 1230 和一个电机定子 1232。在齿轮减速总成 1108 的另外一边是由电动发电机箱体 1240、电动发电机 106 及电动发电机箱盖 1242 组成的电动发电机总成 1244，同样电动发电机 106 也包含一个转子 1246 和一个定子 1248。

处于齿轮减速总成 1108 内的驻车机构 1250 位于牵引电机总成 1226 和电动发电机总成 1244 之间，也可以作为档位选择器。驻车机构或档位选择器通常被驾驶员操作来选择档位，例如停车档、空档、前进档和倒档。整车

控制器 202 通过档位传感器或其它传感器在与整车控制器 202 传递信息时可以判断驻车机构 1250 的位置或工作模式。附图 13 所示是更详细的驻车机构 1250 结构示意图。

仍然参照附图 11-13，包括驻车机构 1250 的齿轮减速总成 1108，同以上描述，齿轮减速总成 1108 在部件上通过第一速度输出端和第二速度输出端将差速器总成 220 的较低速度输入部分与牵引电机 108 的高速旋转输出连接。半轴 3902（如图 39 所示）通过差速器总成 220 的输出端 1130 来向车轮 212 传递扭矩。作为一种优选实施例，差速器总成 220 设置在齿轮减速总成 1108 里面，能够及时把动力传递给车辆的两个前轮。

附图 14 是电动发电机箱体 1240 的外部立体图。同时，附图 15 是电动发电机箱体的内部立体图。同样的，附图 16 是牵引电机箱体 1222 的外部立体图，同时，附图 17 是牵引电机箱体 1222 的内部立体图。

附图 18 所示是扭矩分配总成 206（在附图 2 中也可以用离合器替代）与发动机飞轮 1804 相连接。飞轮 1804 从发动机曲轴 1805 接收旋转动力。扭矩分配总成 206 用于分配发动机 104 和电机 106、108 在两种不同的机械模式里产生的扭矩。

在第一种机械模式下，扭矩分配总成 206 可以提供真正的离合器功能来有选择的将牵引电机 108 与发动机 104 结合或分离。在第二种机械模式下，扭矩分配总成 206 在发动机 104 和电动发电机 106 之间提供一个“软连接”或者扭转连接。“软连接”或者扭转连接减轻了发动机 104 最初启动时突然的旋转变化的震动或碰撞，而且相反地，当电动发电机 106 在电池的作用下开始提供动力时其可以提供减震或阻尼，这种旋转震动或者转角差小于一个预定值，其可以被扭矩分配总成 206 吸收或变得平缓。

其中，电动发电机 106 和发动机 104 之间的关系总是“连接的”，并且不能有选择的分离。相当于，在发动机飞轮 1804 和电动发电机 106 之间有一个间隙或震动吸收连接，但是它们是一直相连的，任何时候都不会脱离。因为电动发电机 106 和发动机 104 相连，在发动机和电动发电机 106 之间的转速差或角动量可能仅仅为一个旋转周的一小部分，例如小于 35 度的一个旋转周的一小部分。

如附图 18、18A 和 19 爆炸图所示，在一个实施例中，扭矩分配总成 206 与带有曲轴 1805 的发动机飞轮 1804 连接，扭矩分配总成 206 还包括从动盘总成 1806、盖总成 1808、转接盘总成 1810、分离轴承 1812、以及与电动发电机 106 一起转动的空心转轴 1814，通过牵引电机 108 的转子轴 1820 用来带动牵引电机 108 的转子 1230 转动的传动主轴 1816。传动主轴 1816 通过齿或者花键 1904 与从动盘总成 1806 相连接。当从动盘总成 1806 与发动机飞轮 1804 结合时，从动盘总成 1806 带动传动主轴 1816 一起旋转。

连接在飞轮 1804 和牵引电机 108 之间的可选择性地结合的在第一种机械模式提及的离合器在这里进行描述。离合器 206 被整车控制器 202 通过离合器控制器 204 控制来进行脱离和结合，离合器 206 的结合或脱离是通过控制分离轴承 1812 来实现的。分离轴承 1812 位于电动发电机 106 的空心转轴 1814 里，而且可以通过一弹性元件来选择性的控制其结合或者分离。在一种实施例中，分离轴承 1812 为液压分离轴承。例如，分离轴承 1812 可以通过电磁开关或一气动装置来控制。作为一种优选实施例，离合器控制器 204 通过控制一活塞 1826 来控制分离轴承 1812 的结合与脱离。

从动盘总成 1806 包含一个摩擦盘 1906，摩擦盘 1906 由石棉或人工抗摩擦材料合成。当离合器结合时，从动盘总成 1806 被推动与发动机飞轮 1804 逐渐结合，发动机飞轮 1804 与从动盘总成 1806 之间会产生摩擦力从

而驱动从动盘总成 1806 开始转动，但从动盘总成 1806 与发动机飞轮 1804 之间会有相对滑动。当离合器完全结合后，从动盘总成 1806 与发动机飞轮 1804 之间的相对滑动会慢慢消除，从动盘总成 1806 与发动机飞轮 1804 会一起同速转动。因此从动盘总成 1806 带动传动主轴 1816 转动从而带动牵引电机 108 的转子 1230 一起旋转。

从动盘总成 1806 位于盖总成 1808 内，盖总成 1808 包括一膜片弹簧 1910 或者其它的柔性弹性组件。膜片弹簧 1910 通过开口 1914 接收分离轴承 1812 内的活塞 1826 的动作而弯曲，分离轴承 1812 的活塞 1826 通过盖总成 1808 内的开口 1914 与膜片弹簧 1910 相连接。

当离合器 206 结合，分离轴承 1812 的运动方向在图中标识为“A”1922 时，即所述分离轴承处于结合位置时，活塞 1826 与膜片弹簧 1910 分离，膜片弹簧 1910 把从动盘总成 1806 的摩擦盘 1906 压在发动机飞轮 1804 的表面上。图 18 显示了这种结合时的位置状态，具体细节描述可参照图 18A。

相反地，当离合器 206 分离，分离轴承 1812 的运动方向在图中标识为“B”1926 时，及所述分离轴承处于非结合位置时，活塞 1826 压紧膜片弹簧 1910 使膜片弹簧 1910 发生弯曲从而翘起，从动盘总成 1806 就会脱离发动机飞轮 1804，此种情况也将在图 18A 中做具体描述。

图 18A 详细显示了分离轴承 1812、活塞 1826 及膜片弹簧 1910 相互之间的作用关系。活塞 1826 相对于分离轴承 1812 可以发生如图 18 和 19 中所示的箭头“A”1922 与箭头“B”1926 的方向的移动，直到分离轴承 1812 保持一固定位置不动。活塞顶部有一轴承座圈 1830，其可以向里或者向外运动从而推动膜片弹簧使离合器 206 断开动力传递。在盖总成 1808 设有凸缘或支点 1836，膜片弹簧 1910 可以绕支点 1836 转动。

当活塞 1826 沿所示箭头“B”的方向移动时，膜片弹簧 1910 的径向向内部分 1847 也沿活塞 1826 的移动方向发生移动，因此，膜片弹簧 1910 的径向向外部分 1848 会在凸缘 1836 的支点的作用下朝相反的方向发生移动，从而会导致摩擦盘 1906 和从动盘总成 1806 与发动机飞轮 1804 脱离，从而使离合器 206 有效脱离。

相反地，当活塞 1826 沿所示箭头“A”的方向移动时，膜片弹簧 1910 的径向向内部分 1847 同样沿活塞 1826 的移动方向发生移动，膜片弹簧 1910 的径向向外部分 1848 就会在凸缘 1836 的支点的作用下朝相反的方向运动，从而会导致膜片弹簧 1910 将摩擦片压紧在发动机飞轮 1804 上，使离合器恢复先前的常结合状态，从而使发动机飞轮 1804 带动从动盘总成 1806 一起旋转。

分离轴承 1812 的液压连接的更多细节如附图 20 所示，而且与电动发电机箱盖 1242 连接。实际上这种连接不仅仅限定为液压连接，也可以采用电连接。附图 21 所示是省略了分离轴承 1812 的电动发电机箱盖 1242，但是标明了液压线路 2104 或其它部件与分离轴承 1812 的连接关系。

再参考附图 18、18A 和 19，分离轴承 1812 包含一个通孔或圆柱孔 1849 用来容纳传动主轴 1816。如上，控制分离轴承 1812 的活塞 1826，通过其轴承座圈 1830 的运动来脱离从动盘总成 1806 或者释放膜片弹簧 1910，使从飞轮 1804 传递到从动盘总成 1806 的动力传递到传动主轴 1816，提供直接连接的转动动力到牵引电机 108。这样，在并联三动力模式下，从发动机 104 产生的额外动力在离合器结合状态下可以有选择的传递到牵引电机 108 的转子轴 1820 来提供最大动力。

在爬坡或加速时，扭矩分配总成 206，例如，可以以离合器功能来连接发动机 104 和牵引电机 108。扭矩分配总成 206 也可以依据牵引电机 108

和电动发电机 106 的动力需求而结合。例如，当电池组 110 的动力输出不充足时，扭矩分配总成 206 可以连接发动机 104 和牵引电机 108 来提供其余的动力。

一个或多个操作输入信号或状态输入信号可以影响扭矩分配总成 206 的控制。例如，当操作输入信号或状态输入信号表示车辆在高速下运行或动力需求增加时（如爬坡），扭矩分配总成 206 可以控制分离轴承 1812 的活塞 1826 脱离膜片弹簧 1910 从而结合离合器。相反，当操作输入信号或状态输入信号表示车辆在低速下运行或动力需求减少时，扭矩分配总成 206 可以控制分离轴承 1812 的活塞 1826 压紧膜片弹簧 1910 从而分离离合器。

图 18 显示了扭矩分配总成 206 与齿轮减速总成 1108 的连接关系。齿轮减速总成 1108 包含一个接收高速旋转传动主轴 1816 动力的一级减速齿轮 1840，一个与一级减速齿轮 1840 啮合用来大大降低输出速度的二级减速齿轮 1844，一个接收二级减速齿轮动力的主减速齿轮 1846，用来将二级减速齿轮 1844 的动力传递到差速器总成 220，从而驱动车轮 212。

再参考图 18 中的扭矩分配总成 206，在飞轮 1804 和电动发电机 106 之间的软连接或者扭转连接在这里将被描述（第二个机械模式）。附图 22 所示是附图 18 的转接盘总成 1810 的爆炸图。转接盘总成 1810 与盖总成 1808 连接并与固定在飞轮 1804 上的盖总成 1808 一起旋转。在一个具体实施例中，转接盘总成 1810 包含一个与内垫圈 2204 和扭转盘 2206 相连的内侧板 2202。内侧板 2202 可以通过焊接、铆接或者螺钉固定的方式固定在盖总成 1808 的某个部分上，以确保转接盘总成 1810 与盖总成 1808 的连接安全可靠。

扭转盘 2206 可以包含一个或多个减震组件或弹簧 2208。减震组件可以由有弹力的可变形材料做成，也可以采用其它的扭转、变形或减震组件，如

板簧、螺旋弹簧、有弹性的橡胶及其它的可变形材料等。扭转盘 2206 也可以与外垫圈 2210 和外侧板 2212 连接，内垫圈 2204 和外垫圈 2210 可以增强吸收震动的能力，从而更有效地减小或者吸收来自空心转轴 1814 的震动。

内垫圈 2204 和外垫圈 2210 可以由可变形或者可压缩的材料制成，如橡胶、泡沫及其它一些可吸收或缓冲震动的材料。因此转接盘总成 1810 可以多重吸收或者减少从发动机 104 传到电动发电机 106 的震动。

转接盘总成 1810 利用以上描述的组件可以在发动机 104 和电动发电机 106 之间提供扭转或软连接来减少或吸收震动。空心转轴 1814 穿过转接盘总成 1810 上的开口 1916 连接到扭转盘 2206 上，扭转盘 2206 通过花键或者齿 2216 与空心转轴 1814 相连接。因此，当发动机 104 转动时，空心转轴 1814 会随着转接盘总成 1810、盖总成 1808 及飞轮 1804 一起旋转。

尤其当发动机 104 或者电动发电机 106 突然改变转动速度时，扭转盘 2206 的弹簧 2208 可以用来吸收震动，例如当发动机 104 或者电动发电机 106 启动时和关闭时。转接盘总成 1810 的弹簧 2208 可以允许转接盘总成 1810 与盖总成 1808 发生相对转动。弹簧 2208 部分设置在内侧板 2202 的多个凹槽 2220 内，这样扭转盘 2206 在转动时可以允许与盖总成 1808 发生一个小角度的相对转动。通过这种方式可以提供阻尼以致减少从扭转盘 2206 传到空心转轴 1814 上的震动。

这种相对的转动会使扭转盘 2206 与盖总成 1808 形成一偏转角度，同时也与发动机飞轮 1804 形成一偏转角度，偏转角度的最大值由内侧板 2202 上的凹槽 2220 的直线槽 2230 的长度决定，近似为凹槽 2220 的弧形槽 2234 的长度决定，偏转角的取值范围为 0° — 35° ，优选为 0° — 10° 。弹簧 2208 的压缩或者恢复可以沿顺时针或者逆时针方向，这要取决于震动的形式。

附图 23 所示是连接发动机飞轮 1804 和电动发电机 106 组件的扭矩分配总成 206 的示意图。同时附图 24 所示是分离轴承 1812 的放大图。

参考附图 11, 12 和 25 来详细描述齿轮减速总成 1108。如以上所述, 齿轮减速总成 1108 包含驻车机构 1250 和多个传动齿轮。附图 25 所示是一种减速或变速机构, 尤其显示了一种主减速从动齿轮 2502, 然而, 许多不同类型和组合的齿轮可以采用。例如, 齿轮减速总成 1108 可以包含螺旋状齿轮、行星齿轮、直齿轮和这些齿轮的组合。

附图 26 和 27 是副轴齿轮 2702 和可以包含在齿轮减速总成 1108 里的齿轮总成 2602 的示意图。图 27 中所示副轴齿轮 2702 包含一个副轴 2704, 齿轮总成 2602 可以包括输入轴 2604 以便把扭矩传递给其他的机械传动装置。齿轮总成 2602 与副轴齿轮 2702 一起转动来降低转速, 齿轮减速总成 1108 可以包含所有的传动装置, 优选地, 齿轮减速总成 1108 包含差速器总成 220 并构成车辆的变速器。齿轮减速总成 1108 或变速器为单档二级传动。如同上面提到的, 变速器包含一级减速齿轮 1840、二级减速齿轮 1844 和主减速齿轮 1846。优选地, 差速器总成 220 包含在齿轮减速总成 1108 内并可旋转接收来自主减速齿轮 1846 的动力。当然, 在另外的实施例中差速器总成 220 可以从齿轮减速总成 1108 中分离出来独立传递动力。

更适宜的是, 由于齿轮减速总成 1108 只设置了单档传动齿轮从而消除了换档对汽车机械传动的影 响。而且, 不需要齿轮同步器或者变速执行构件, 从而简化了齿轮减速总成 1108 的内部结构, 减少了重量, 保留了轴向空间。同时发动机 104 在最佳工况下运转, 因此它能够保持最佳效率, 从而节约燃油。进一步讲, 在不同的工作模式发动机都运作在最佳效率转速下, 从而达到最大效率。避免了低效转动速度, 例如怠速和低速转动。而且, 仅

仅一个非常小的动力，就能够使发动机 104 的燃油效率较高，因此降低了发动机的尺寸、成本和装配生产时的复杂度。

图 29—35 从不同角度显示了发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108 及动力分配总成 206 的结构。特别地，图 29 标示出了吸收或减小发动机 104 和电动发电机 106 之间的震动的带有弹簧 2208 的扭转盘 2206。

图 39 所示为齿轮减速总成 1108 内差速器总成 220 的输出端口与车轮 212 的连接关系。齿轮减速总成 1108 包含两个相应的端口以便动力的输入输出。半轴 3902 和万向节 3908 将差速器总成 220 的动力输出分配给每个车轮 212。特别是，半轴 3902 与差速器总成 220 的末级齿轮端连接，这更适宜位于齿轮减速总成 1108 中。

如上述所有附图，尤其在图 39 中，发动机 104、电动发电机 106、牵引电机 108、齿轮减速总成 1108（包括差速器总成 220）位于发动机前舱内布置在两个车辆前轮之间并位于两个前轮中心线之上，电动发电机 106、牵引电机 108 及齿轮减速总成 1108 可以根据两个半轴 3902 的位置来进行布置。发动机 104 也位于两个前轮中心线之上。机械动力联结由飞轮 1804，扭矩分配总成 206，传动主轴 1816 提供，其他组件从发动机到电动发电机 106，从电动发电机 106 到牵引电机 108 线性分布，且机械能耦合从发动机至第一电机及从第一电机至第二电机呈线性排列。

图 28 所示是液压控制系统 2800 的示意图，其被用来启动扭矩分配系统 206 中的各个组件。在一个具体实施例中，蓄能过程的液压传递路径是这样实现的：油液从液压油壶 2802 到达过滤器 2804，进入油泵总成 2806，通过单向阀 2808，进入蓄能器 2810，最后回到液压油壶 2802。

在另一个具体实施例中，当离合器分离时，分离轴承 1812 顶压膜片弹簧 1910 过程的液压传递路径是这样实现的：液压从蓄能器 2810 通过第一电磁开关阀 2822，通过大阻尼孔 2824，进入液压缸 1822。

再一个具体实施例，当离合器结合时，回油过程的液压传递路径是这样实现的：液压从液压缸 1822 通过小阻尼孔 2826，通过第二电磁开关阀 2828，回到液压油壶 2802。

离合器通过液压缸 1822 中储存的能量来顶压控制膜片弹簧，然后将流体返回到蓄能器 2810。离合器控制器 204 处理来自不同传感器的电信号（第一压力信号 2830；第二压力信号 2832），及离合器分离信号 2834 和接合信号 2836。离合器控制器 204 通过电磁阀和油泵总成 2806 控制液压系统压力，保证分离轴承 1812 的严格运行。当油泵电机 2840 提供机械能给液压油泵总成时蓄能器 2810 作为主动力源。

在所知的液压系统中，如果液压油泵持续直接给液压缸冲压，泵就必须做的体积很大（需要一个大的电机驱动），而且需要频繁启动，压力冲击大。然而，所述的液压系统在不同的具体过程工作模式下，因为油泵总成 2806 增压给蓄能器 2810，通过蓄能器加压给分离轴承 1812。这种设计使油泵总成有个小的体积（使用小的油泵电机 2840），降低了的启动次数，延长了泵的寿命，降低了液体对系统的冲压。使用阻尼孔（2824、2826）增强了液压控制系统 2800 的控制精度。特别的，大阻尼孔 2824 可使离合器快速分离，小阻尼孔 2826 保证离合器处于慢结合状态。

再回到图 1-10，整车控制器 202 能够接收各种输入指令信号来改变和调整混合动力系统 102 处于不同的工作模式中。例如：整车控制器 202 收到一个档位输入控制信号、油门深度输入操作信号、制动输入操作信号、用户选择的 EV/HEV 输入指令信号（EV/HEV 开关）、以及传感器输入的数据，

比如外界温度、发动机温度、车速、发动机转速、油压、散热水温等。整车控制器 202 可根据上面的这些信号来控制牵引电机 108 的输出扭矩和转速。

关于输入运行信号或参数，油门深度输入信号表示为司机踩油门踏板的下压数量。在一个具体实施例中，油门深度输入信号表示为油门踏板下压程度的百分比。在另一个实施例中，油门深度输入信号也可表示为油门踏板下压的距离。油门深度输入信号能够大体上或不连续的显示油门踏板的深度。例如，油门踏板深度输入信号可以表示无论整体或部分油门踏板被踩下 25% , 50% , 75% 或者其它数量。油门深度输入信号也能够显示其被压百分比或者距离的结合。

刹车输入信号表示为司机踩刹车踏板的程度。在一个具体实施例中，刹车输入信号可表示为刹车踏板下压的距离。在另一个具体实施例中，刹车输入信号也可以表示为刹车踏板下压程度的百分比。刹车输入信号可以表示下压百分比和下压距离的组合。在一个实施例中，整车控制器对倾角传感器（未图示）的信息和刹车输入信号的信息进行处理时，刹车输入信号可以被表示为百分比，距离或者其它适当的度量单位。

整车控制器 202 也能够接收和处理其他输入运行信息，例如路面倾角（坡度）、电池荷电量、速率或其它输入信号。路面倾角输入信号表示车辆行驶时与路面的倾斜角度。整车控制器 202 可以根据路面倾角输入信号来控制混合动力系统 102 的一个或多个组件的运行，如电机 106 或电动机 108，来防止汽车在上坡或下坡时失控。

电池容量输入状态信号表示电池组 110 的荷电量，荷电量的数值可以是电池组 110 的剩余容量也可以是电池组 110 的已用容量。例如，电池容量的输入信号的能够表明，该电池组 110 已用 75% 电量。另外，电池容量的输入信号可以表明，该电池组 110 还有 25 % 剩余电量。

速度输入信号显示车辆的速度。基于输入运行信号和输入状态信号，整车控制器 202 将输出一个或多个输出控制信号来控制车辆。例如，输出控制信号包括显示离合器 206 是否应该结合或脱离的离合器 206 输出信号，显示发动机 104 启动的点火输出功率信号，电动发电机 106 的目标转速输出信号，牵引电动机 108 的目标转速输出信号，以及发动机 104 的目标转速输出信号。目标转速信号可用于控制离合器准备结合时使发动机与电机的转速保持同步。

整车控制器 202 还可以用于电动发电机 106，离合器控制器 204，和牵引电机 108 的通讯。例如，整车控制器 202 可以发出信号给离合器控制器 204 指示离合器 206 进行接合。

整车控制器 202 能够与发动机 104，电动发电机 106 和牵引电机 108 组成一个子系统，以调节电池组 110 的充放电来驱动车轮 212。在一个实施例中，整车控制器 202 可以调节发动机 104，电动发电机 106 和牵引电机 108 的转速差别，以便结合或者脱离离合器 206。在另一个实施例中，整车控制器 202 还可以调节发动机 104，电动发电机 106 和牵引电机 108 的扭矩差，以便结合或者脱离离合器 206。

当混合动力系统 102 运行在混合动力模式 (HEV) 时，整车控制器 202 可以根据车辆一个或多个输入信号和输入状态信号操作以及它们的组合来决定车辆的功率总需求。例如，整车控制器 202 可通过油门深度的输入状态信号，速度状态输入信号或其他信号确定车辆总功率需求。在具体实施例中，整车控制器 202 根据扭矩输入信号，速度信号输入状况和加速器深度状态信号来决定车辆的功率需求。车辆总功率需求通常取决于一个或多个组件的功率需求，如发动机 104，电动发电机 106 和牵引电机 108。整车控制器 202

也可以根据其他运行功率需求，如车辆最佳运行功率，以确定一个或多个需求功率的输出。

在一个具体实施例种，通过计算，整车控制器 202 可确定牵引电机 108 的需求功率。比如，为了确定牵引电机 108 和电动发电机 106 需求功率，用所示下列公式：

1) 如果 $P - P_e \leq P_{2_MAX}$ ，那么：

如果 $P - P_e < P_{2_MIN}$ ，那么：

$$P_2 = P_{2_MAX}$$

$$P_e = P - P_2,$$

$$P_1 = 0;$$

否则

$$P_2 = P - P_e ,$$

$$P_1 = 0;$$

2) 如果 $P - P_e > P_{2_MAX}$ ，那么

$$P_2 = P_{2_MAX} ;$$

$$P_1 = P - P_e - P_2, \text{ 其中:}$$

P 为 车辆需求功率;

P_e = 发动机最佳输出功率;

P_{2_MAX} = 牵引电机最大输出功率;

P_2 = 牵引电机需求功率;

P_1 = 电动发电机需求功率.

虽然工作模式由图 3 到 10 所示,但任何工作模式都可能会过渡到另一种工作模式根据任意组合的输入操作信号、状态和输出控制信号。举例来说,混合动力系统 102 会从并联模式过渡到制动模式,或从制动模式到充电模式。任何其他组合的转变都取决于适当的输出和输入信号。

图 36 所示为通过使用混合动力系统 102 和整车控制器 202 控制和/或改变混合汽车的工作模式的控制系统流程 3602。在实施中,整车控制器 202 执行了控制系统流程 3602。

最初,整车控制器 202 确定车辆的当前档位。车辆控制器 202 可以通过驻车机构 1250 来确定车辆的当前档位,当整车控制器 202 确定当前为停车档(3604),整车控制器 202 将控制混合动力系统 102 终止运转或暂停(3606)。例如,整车控制器 202 可控制发动机 104,电动发电机 106 和牵引发动机 108 终止运转。整车控制器 202 也可指令离合器 206(扭矩分配总成 206)脱离。

如果整车控制器 202 判定当前档位不是停车档位,由控制系统流程确定是否混合汽车在空档(3608)状态。如果是空档状态(3608),整车控制器将确定用户是否选择了 EV 模式(3610),控制系统流程将根据当前电池组 110 电量 SOC 决定采用纯电动模式或其他模式。

如果 EV 模式被采用(3610),整车控制器 202 比较当前电池组的电量 SOC 与最小电量阈值 SOC_0 (3612)。最小电量阈值 SOC_0 为能够进入纯电动模式所需电池组 110 最小电量。例如, SOC_0 被定为电池组 110 的 10%-15%的剩余电量。其他数值也可选用如 5%-20%之间。在一种实施例中,如果车辆被选择在纯电动模式下运行,如果车辆的需求功率小于牵引电机的最大输出功率的 90%,那么车辆会一直在纯电动模式下工作。当然这个数值也可以是 75%-95%。

如果当前电池组的电量 $SOC > SOC_0$ (3612)，控制系统流程控制混合动力系统 102 进入纯电动模式 (3614)。纯电动模式的控制流程设置如图 40 说明。

如果当前电池组的电量 $SOC \leq SOC_0$ (3612)，控制系统流程控制混合动力系统 102 退出纯电动模式 (3614) 即 EV/HEV 开关退出 EV 模式的选择 (3613) 并执行下一步 (3616)。

如果纯电动模式 (EV) 未被选择 (3610)，则将当前电池组的电量 SOC 与电池组的第二电量阈值 SOC_2 进行比较。电池组的第二电量阈值 SOC_2 为电池组 110 总容量的 50%，或 40%—60%。如果电池现有电量 $SOC > SOC_2$ (3616)，运行模式设置为纯电动模式 (3614)。

如 $SOC < SOC_2$ (3616)，需比较当前电池组的电量 SOC 与电池组的第一电量阈值 SOC_1 (3618)。第一电量阈值 SOC_1 为 30% 电池组 110 容量也可以在 20%—40% 之间。如果电池电量大约 SOC_1 ，则表明存在有效的电量可以启动发动机 104，如 $SOC \leq SOC_1$ (3618)，则设置为串联模式 (3620)。图 41 为控制流程控制运行模式进入串联模式。

控制系统流程 3602 在决定下一工作模式前将考虑上一工作模式或者当前的工作模式。当 $SOC > SOC_1$ (3618)，且前一作模式在串联或并联模式 (3622) 时，将将工作模式设置为串联模式 (3620)。在步骤 3620 中，若上一工作模式不是串联也不是并联时 (3622)，工作模式将设置为纯电动模式 (3614)。

若车辆不处于前进档或倒档 (3624) 时，控制系统流程处于空档 (3610)。若被选择前进档或倒档 (3624)，控制系统确定是否已选择纯电动模式 (3626)。如 $SOC \leq SOC_0$ (3628)，则控制系统将控制车辆处于非纯电

动模式(3629)。如 $SOC > SOC_0$ ，控制系统流程确定是否 $SOC > SOC_2$ (3630)，若是，控制系统流程确定工作模式为纯电动模式(3614)。

若控制系统流程确定 $SOC > SOC_1$ (3632)，控制系统流程确定工作模式是否为串联或并联模式(3634)，如果车辆的前一状态既不是串联也不是并联模式，则控制系统流程控制车辆进入纯电动模式(3614)。

然后，整车控制器 202 将通过当前电量，上一工作模式等标准计算车辆的速度，如当前车速 $VELO$ 小于 最小速度阈值 $VELO_1$ ，则设置为串联模式(3620)。实际例中， $VELO_1$ 的取值在范围 35 km/hr-55 km/hr 之间， $VELO_1$ 优选为 45 km/hr。

接着，若当前车速 $VELO$ 大于最大速度阈值 $VELO_2$ (3638)，设置为并联模式，例如 $VELO_2$ 为 55 km/hr。控制系统流程设置为并联模式(3620)在图 42 种被解释说明。若 $VELO$ 小于等于 $VELO_2$ ，则整车控制器 202 确定前一运行模式是否为串联模式，如果前一模式为串联模式(3624)，则运行模式设置为为串联模式(3620)。

如果前一模式不是串联模式(3624)，车辆控制器 202 确定车辆的前一运行模式是否为并联模式(3660)，则将目前运行模式继续设置为并联模式。如果前一运行模式不是并联模式(3660)，则将目前运行模式设置为串联模式(3620)。

图 37 表示为四条被发动机和电池能量参数所控制的曲线，包括功率变化曲线 3702、电量变化曲线 3704、速度变化曲线(3706)，和车辆输出功率变化曲线 3708。功率变化曲线表示混合动力系统 102 在不同模式下的功率变化，纵轴功率单位为千瓦，水平轴为不同工作模式区间，以字母表示。功率变化曲线 3702 图中曲线 3710 为整车需求功率，3712 为机车输出功率曲线，车辆输出功率曲线 3708 即 3702 中发动机输出功率曲线 3712。

电量变化曲线 3704 表示混合动力系统 102 在不同模式下的电池电量变化，纵轴单位为 (A-h)，水平轴为不同工作模式区间以字母表示。SOC₁ 为 30% 总容量，SOC₂ 为 50%。

车速变化曲线 3706 表示混合动力系统 102 在不同模式下的速度变化，纵轴为速度，水平轴为不同工作模式区间以字母表示。在一个具体实施例中，VELO₁ 为 45 km/hr，VELO₂ 为 55 km/hr。

根据图 37，工作模式用十个分割点隔开 A-K，分割点间表示的工作模式仅为这种混合动力系统 102 的一种举例，区间 A-E 为纯电动模式，区间 E-F 和 I-K 为串联模式，区间 F-I 为 并联模式。

在区间 A-E，混合动力系统 102 工作在纯电动模式，在此模式下，离合器 206 分离，牵引电机 108 运转，发动机 104 和电动发电机 106 不运转。

在区间 A-C，表示车辆加速，需要正扭矩。由于提供电量给牵引电机 108，因此，电池组 110 SOC 下降。

在区间 C-D，表示车辆减速。牵引电机 108 收到刹车后产生的再生能量和车轮 212 回馈的扭矩为电池组 110 发电。因此，在此阶段，SOC 上升。

在区间 D-E，表示从纯电动模式向串联模式转换阶段，车辆在加速。伴随着车辆加速，混合动力系统 102 消耗电池组 110 的电力。当系统接近区间 E 时，当前电池容量 SOC 小于或等于 SOC₁，在经过 E 点之后，系统将转换为串联模式。

区间 E-F 表明运行在串联模式，在这些区间，离合器 206 分离，牵引电机 108 驱动车轮 212，发动机 104 提供扭矩给电动发电机 106，106 提供动力给牵引电机 108。由于在这些区间内机车加速，牵引电机 108 需求功率

大于电动发电机 106 提供的功率，所以牵引电机 108 他那个是接受电池组 110 的电力，因此在区间 E-F，当前电池容量 SOC 处于下降状态。

F 点表示从串联模式转换到并联模式，因为 $VELO > VELO_2$ 。区间 F-I 为并联模式，在此阶段离合器 206 接合，发动机 104 和电动发电机 106 和牵引电机 108 共同驱动车轮 212。区间 F-G 内 SOC 下降，因为 106 和 108 同时需要电池组 110 的附加电力。

区间 G-H 表示汽车需要一个正的扭矩但小于发动机 104 的输出，因为车辆的扭矩需求小于发动机 104 的扭矩输出，电动发电机 106 和牵引电机 108 利用剩余的扭矩产生电力，然后提供给电池组 110。因此在区间 G-H 内，当前电池容量 SOC 逐步增加。

区间 H-I 表示汽车减速产生额外的可用扭矩。由于车辆的减速，发动机 104 和牵引电机 108 吸收车轮反馈的扭矩发电供电池组 110 充电。当达到 I 点时，工作模式转换为串联模式，因为此时当前电量正在增加，当前速度 $VELO \leq VELO_1$ 。

区间 I-K 为串联模式阶段。在此区间，离合器 206 分离，牵引电机 108 驱动车轮 212。另外，发动机 104 驱动电动发电机 106 产生电力给电池组 110 充电。当到 K 点时，系统转换为纯电动工作模式，因为 SOC 大于等于 SOC_2 。或者作为选择，混合动力系统 102 将保持串联模式直到被选择纯电动模式。

图 38 所示图表 3802 为发动机 104 和电机 106、108 的输出扭矩变化图。曲线 3804 为电动发电机 106 的输出扭矩曲线，曲线 3806 为牵引电机 108 的输出扭矩曲线，曲线 3808 为发动机 104 输出扭矩曲线。每条曲线的最大输出扭矩的数值随 X 轴（转速）的延伸而示出。

当发动机 104 和/或电机 106、108 工作时，输出扭矩的变化是根据汽车所需的扭矩不同而变化的，根据确定的公式： $\text{功率} = \text{扭矩} \times \text{转速} \times \text{油门深度}$ 。当功率输出达到最大值时，转速提高，但扭矩下降。图表 3802 中的数据点 3816 所指数据表明功率达到最大，此时，转速上升，扭矩下降。数据点 3816 根据横轴上的电机或者发动机转速的变化而变化，因为每个设备有不同的最大功率。

图表 3802 也说明了为什么只采用一个传动齿轮传动。以上提到，需要仅用一个单独传动齿轮覆盖一个大的速度范围，例如 0-160 km/hr。牵引电机 108 用来启动汽车从起步到巡航，而发动机 104 在汽车低速行驶时不使用。为了达到此目的，牵引电机 108 的启动扭矩很大，如曲线 3806 所示，比发动机 104 大的多（曲线 3808），因此变速器或齿轮减速总成 1108 相对与燃油汽车来说不需要提供一个大的减速比。

基于曲线 3806，牵引电机 108 只需一个单一的减速比就可以保证适合各种转速的需求。因为发动机 104 不需要启动汽车，除非在高速行驶中才为汽车提供动力，此时，其采用的减速比与牵引电机 108 所采用的减速比相同。例如，发动机 104 在 4000rpm 下为车轮提供附加的扭矩。

图 40-43 为车辆工作模式的控制流程图，比如，纯电动模式、串联模式和并联模式，工作模式流程的控制由整车控制器 202 或系统其他组件完成。

图 40 表示纯电动模式操作 4002。最初，控制系统确定离合器 206 是否分离（4004）。如果是，电能发生子系统被指定停止工作（4006），在一个具体实施例中，电能发生子系统由发动机 104 和电动发电机 106 组成。然后，控制系统校验电能发生子系统是否停止工作（4008），当其停止时（4008），运行模式被设定为纯电动模式。

如果离合器结合（4004），控制系统确定 VELO 是否超出纯电动模式下速度的阈值（4012）（ $VELO_1$ or $VELO_2$ ），如果没有超出，则离合器脱离（4014），相反，如果当前车速超出了阈值，则电能发生子系统将降低电能输出（4016）。控制系统将进一步确定是否当前的电能输出小于或等于纯电动模式的电能输出限制（4108）。在一个具体实施例中，纯电动模式的电能输出限制是 5 kW。

图 41 所示为串联模式的操作（4102）。首先，控制系统确定发动机 104 是否运转（4100），如果发动机运转，控制系统将确定当前车速 VELO 是否超出串联模式速度的限制（4112），若当前车速 VELO 超出了串联模式速度的限制，则控制系统减少电能发生子系统的电能输出（4116）。然后，控制系统进一步确定电能输出是否小于或等于串联模式下的电能输出限制（4118）。在一个具体实施例中，串联模式下的电能输出限制为 5kw。若当前电能输出当小于或等于串联模式下的电能输出限值时，控制离合器脱离（4114）。若没有超出，如小于 $VELO_1$ 或大于 $VELO_2$ ，则将控制离合器 206 脱离（4114）。

如果控制系统确定发动机停止运转，控制系统确定离合器 206 是否分离（4104），如果分离，电能发生子系统被指定开始运转（4106）。控制系统检测电能发生子系统是否开始工作（4108）。若已开始工作，则将工作模式设置为串联模式（4110）。当离合器 206 接合，控制系统将确定当前车速 VELO 是否超出串联模式速度的限制（4112），如小于 $VELO_1$ 或大于 $VELO_2$ ，若没有超出，则将控制离合器 206 脱离（4114）。

若当前车速 VELO 超出了串联模式速度的限制，则控制系统减少电能发生子系统的电能输出（4116）。然后，控制系统进一步确定电能输出是否小于串联模式下的电能输出限制（4118）。在一个具体实施例中，串联模式下

的电能输出限制为 5kw。若当前电能输出当小于串联模式下的电能输出限值时，控制离合器脱离（4114）。

图 42 所示为并联模式的操作（4202）。首先，控制系统确定离合器 206 是否接合（4204），如果接合，设置当前模式为并联模式（4110）。如果离合器处于脱离状态，则电能发生子系统被控制开始运转（4208）。然后，控制系统检测电能发生子系统其是否开始工作（4210），若是，则控制系统当前计算当前电能发生子系统和牵引电机 108 的转速差（4212），在一种实施例中，转速差小于或等于并联模式下的转速差异限制时，控制离合器接合（4216）。

图 43 所示为纯电动、串联、并联三种模式的转换示意图（4302）。首先，控制系统判断车辆处于哪种工作模式（4304），基于这种模式，控制系统可以转到其他三种模式的任一种，步骤 4002、4102、4202 完成后，分别实施各工作模式，即，纯电动模式（4306），串联模式（4308），或者并联模式（4310）。当然，这种转换也包括子模式之间的转换。

图 44 为电气系统简要结构图，包括功率组件，例如：逆变器，晶体管等。晶体管包括 IGBT、高能 MOSFET 装置，其它型号的晶体管也可使用，逆变器可为三相全桥逆变器。电池组 110 与电容器组 4404 和逆变器组 4406 连接。逆变器组 4406 包含三组智能功率模块（IPM），每组输出端相应连接牵引电机 108 的各相。逆变器组 4406 与驱动隔离单元 4408 连接，驱动隔离单元 4408 用来隔离功率电路与控制电路。驱动隔离单元 4408 与电机控制器 4410 间通过脉宽调制信号（PCM）通信，来控制逆变器的循环和开关。

逆变器组 4406 的每一组的输出端与相应牵引电机 108 的输入端(U, V, W)连接，牵引电机 108 连接一旋转变压器 4412，例如，108 为一 Y 型连

接三相马达，当然其他类型的马达也可选用，如三角连接等。旋转变压器 4412 监控 108 的转子和转子与电机控制器 4410 的通信。

注意文件中提及的整车控制器 202 和电机控制器 4410 仅是用来说明而不用来限定。它们可能包含其他附件或者有其它执行方式。这些控制器通过微处理器，微控制器，ASIC 或其它集成电路来实现其控制。同样，控制器包括存储装置，如 DRAM, SRAM, Flash, 或其它存储器。参数（如条件和限制）和数据的存储和计算都通过独立的存储器，或以其它符合逻辑的方式完成。程序和指令的设置可以是一个或多个并存储在处理器或存储器上。

这种逻辑运算应该是可被计算机识别和处理的，可复制的，和/或可传递的。逻辑运算的载体应包含各种承载，存贮，传递，复制，和用于执行的系统，仪器，或设备和详细可实施的程序和命令。这些计算机可处理的信息载体可以是但不限于各种电子器件，光学器件，电磁或半导体系统、设备等元件。不完全统计，这些载体包括：磁盘或光盘，稳定存贮器如 RAM, ROM, EPROM 或闪存等，光纤等等。载体还应该包括一个基于各种载体的切实可行的详细指令，能够用计算机表达，编译，注释等的程序。程序可存储在计算机或机器设备中。

以上引大量实例来说明解释本发明，涉及明显的普遍的技术领域，但本发明范围内还应包括有更多的实例。因此，除根据所附的权利要求外该发明未受到任何限制。

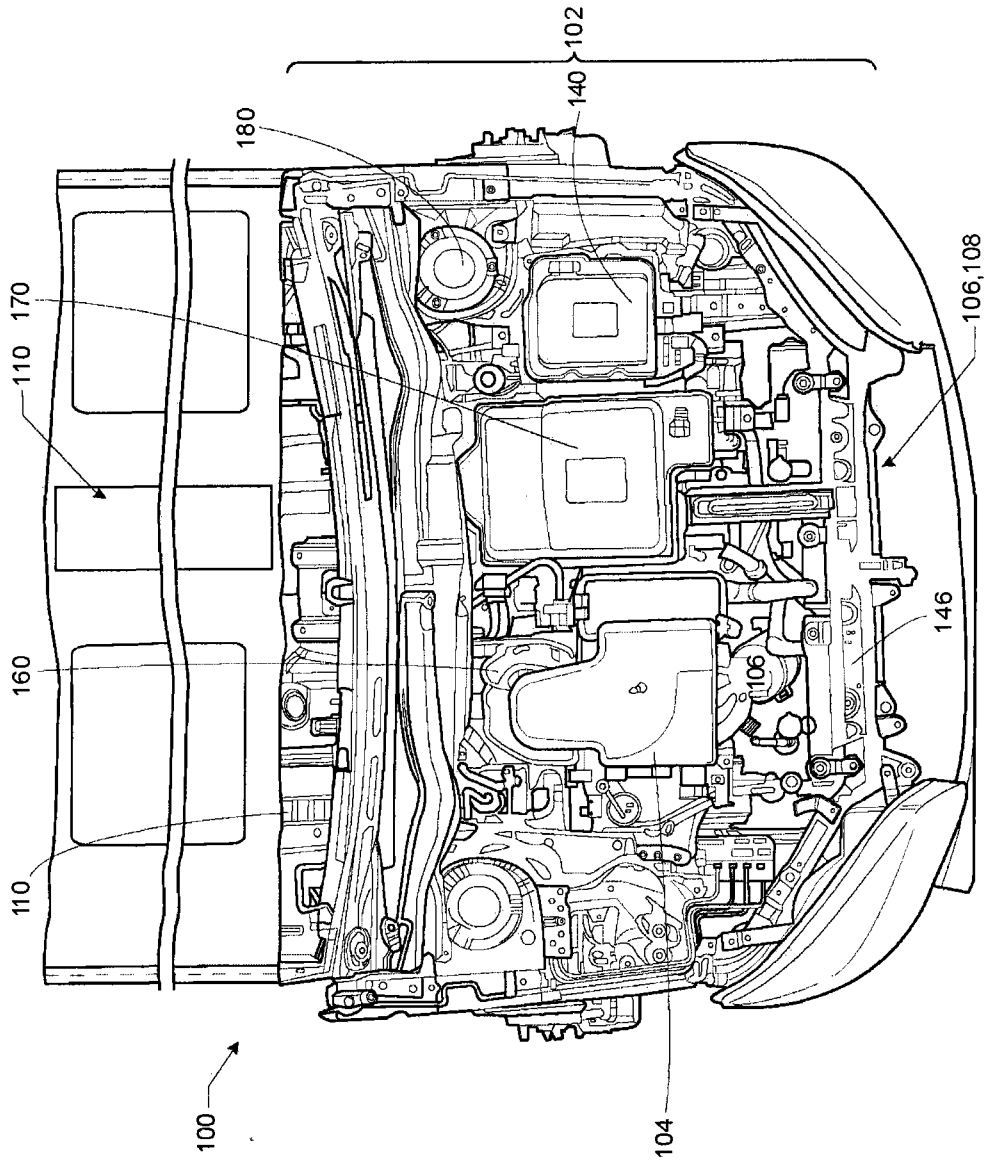


图 1

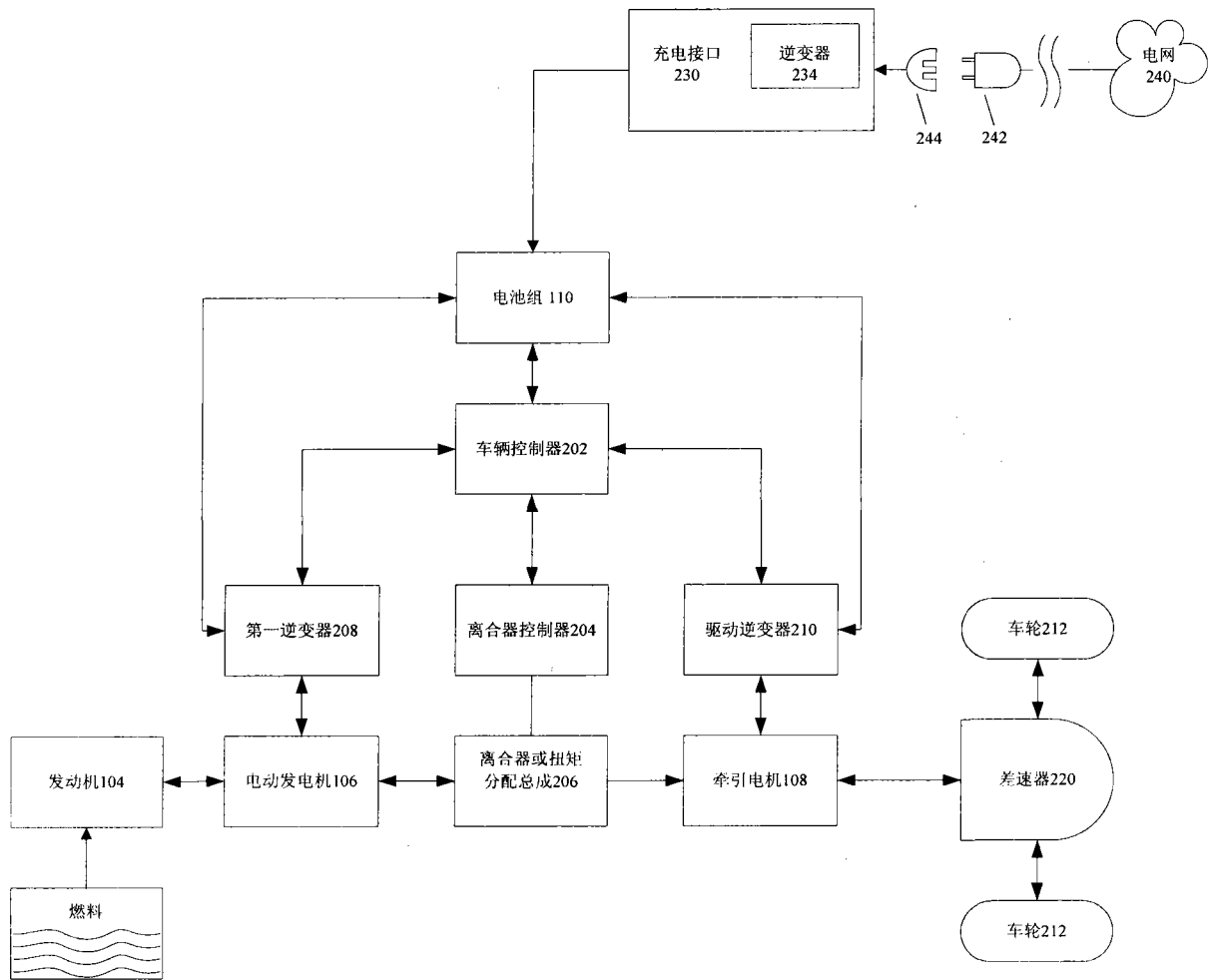


图 2

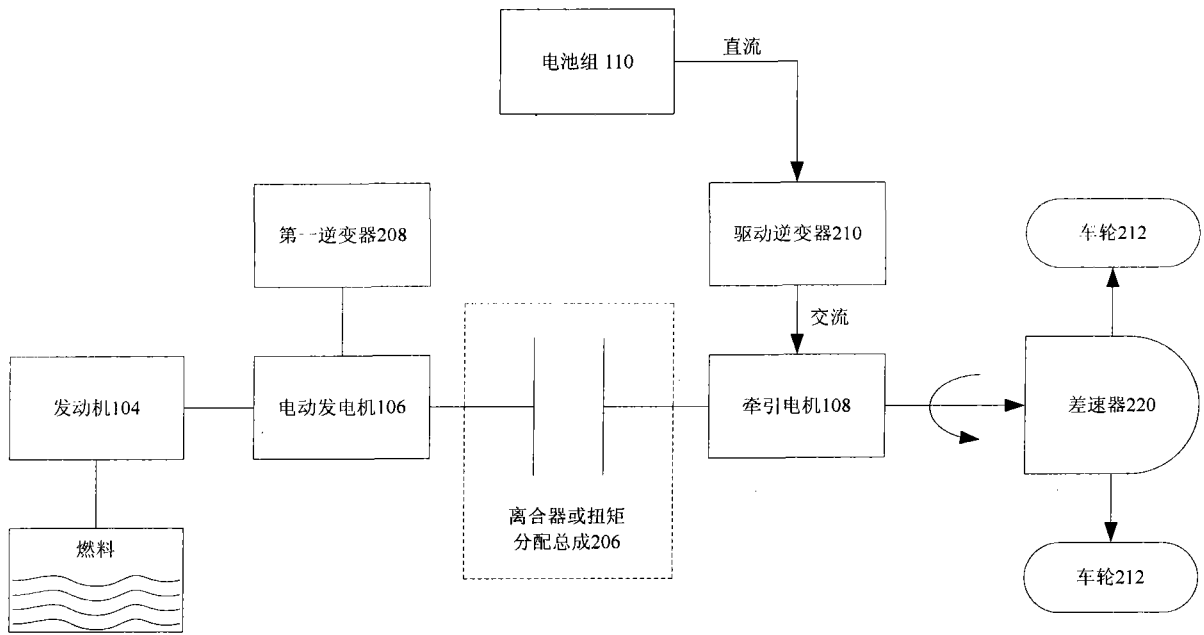


图 3

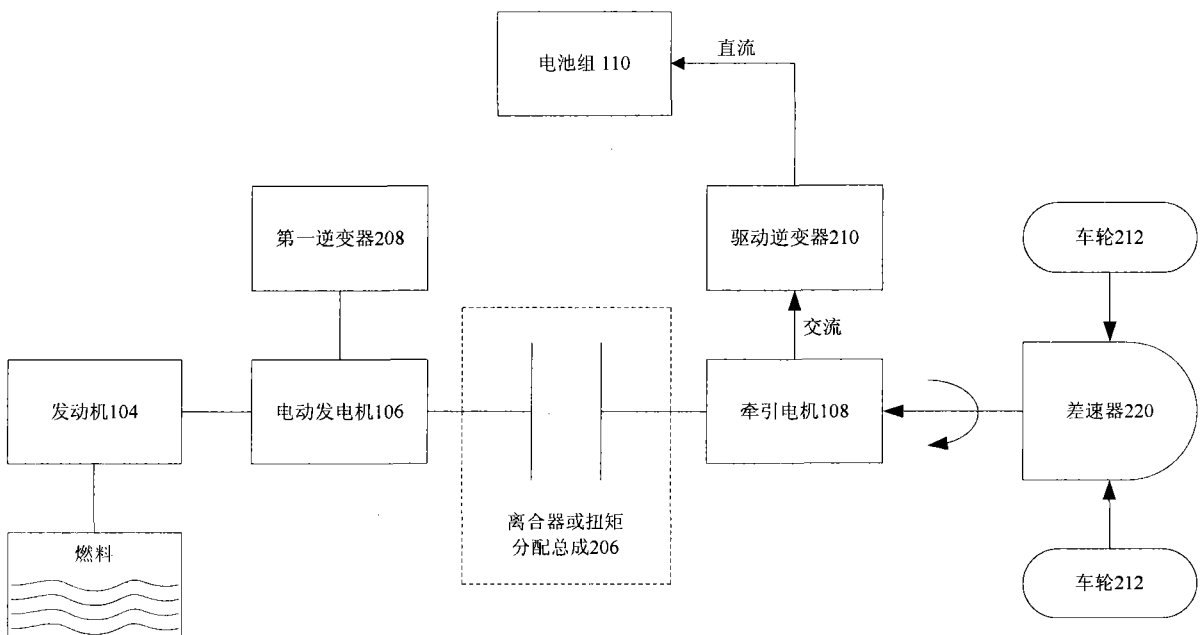


图 4

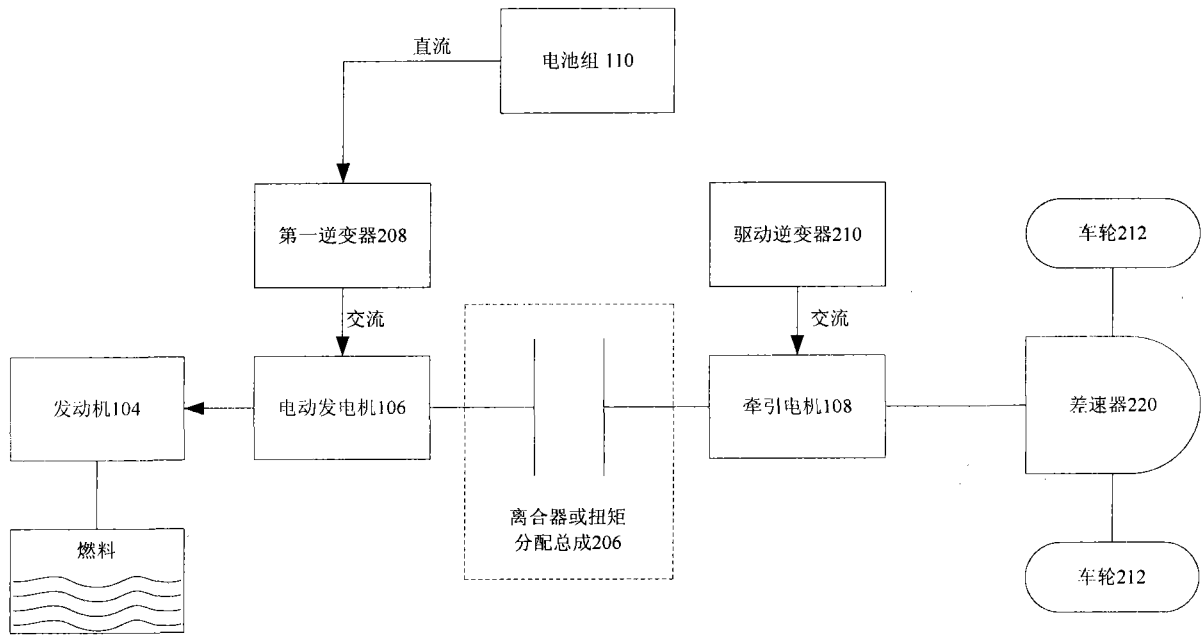


图 5

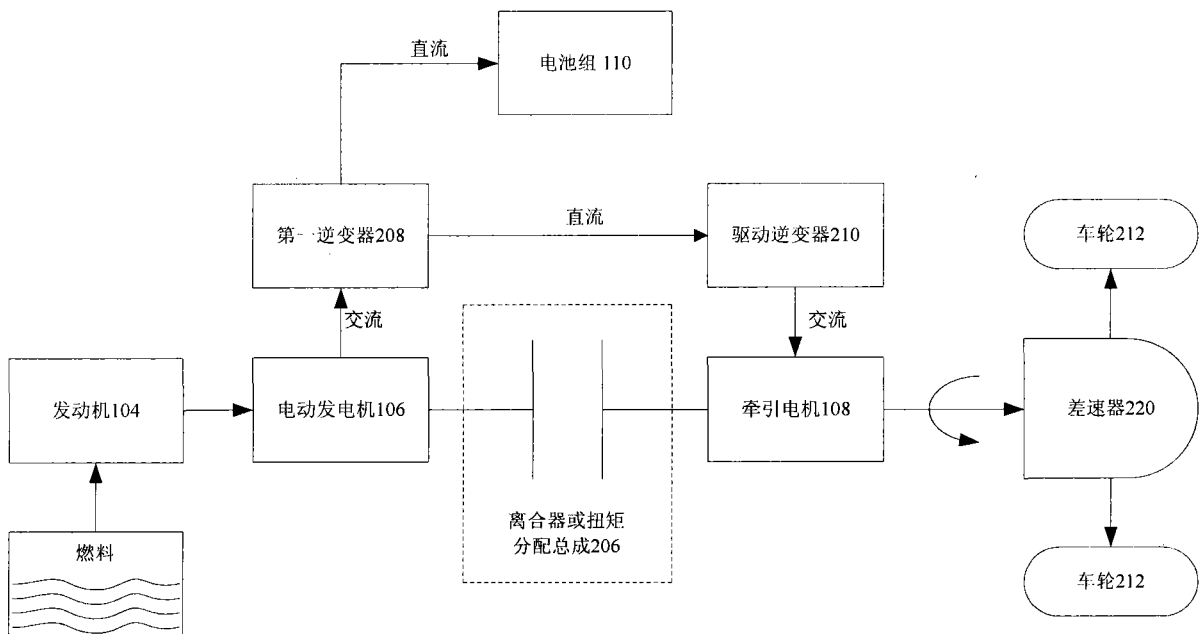


图 6

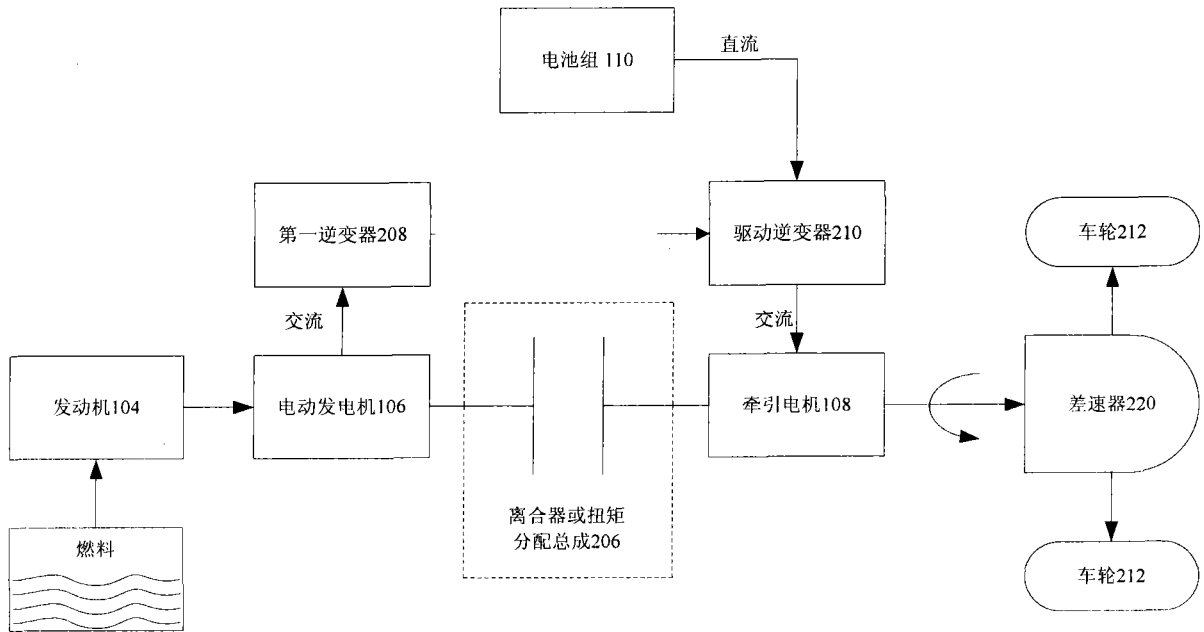


图 7

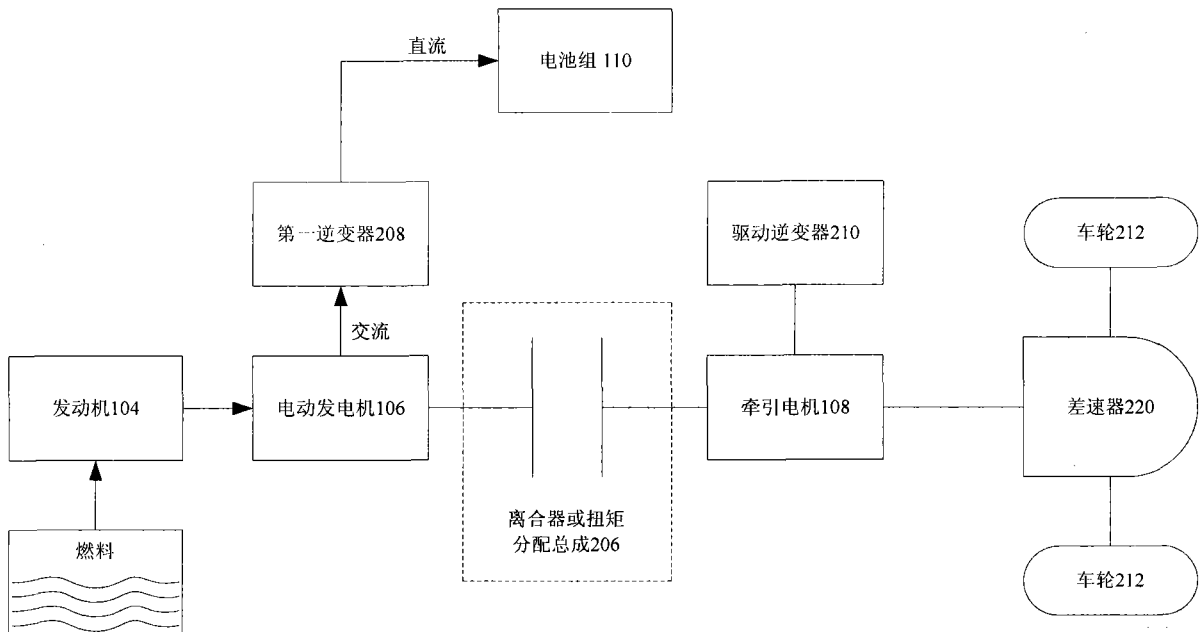


图 8

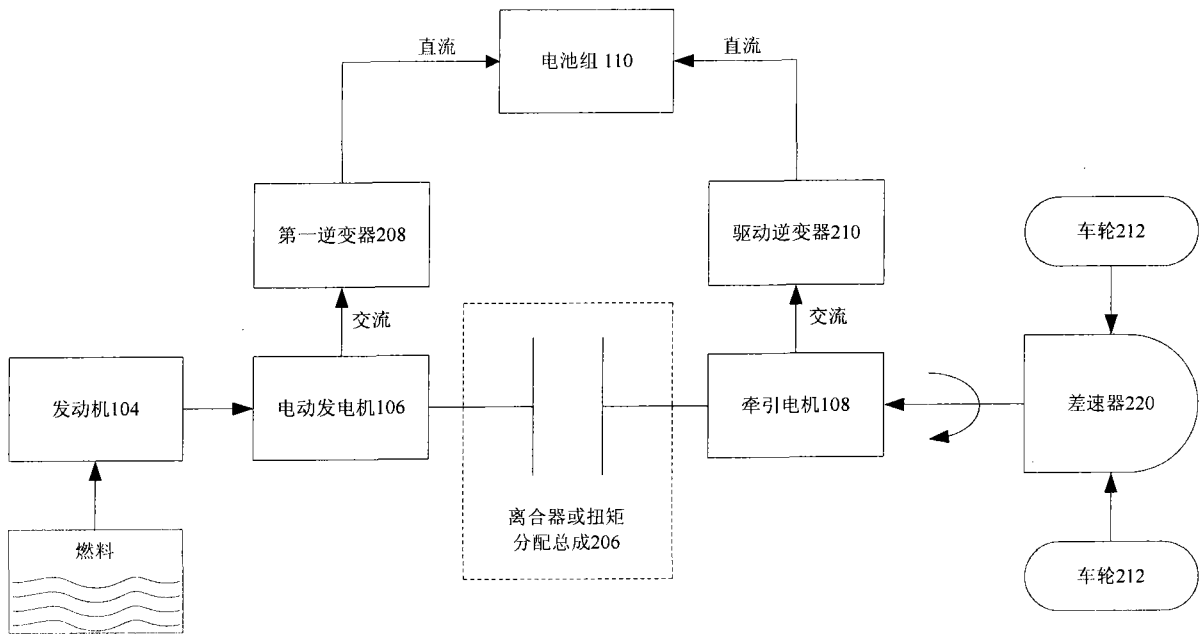


图 9

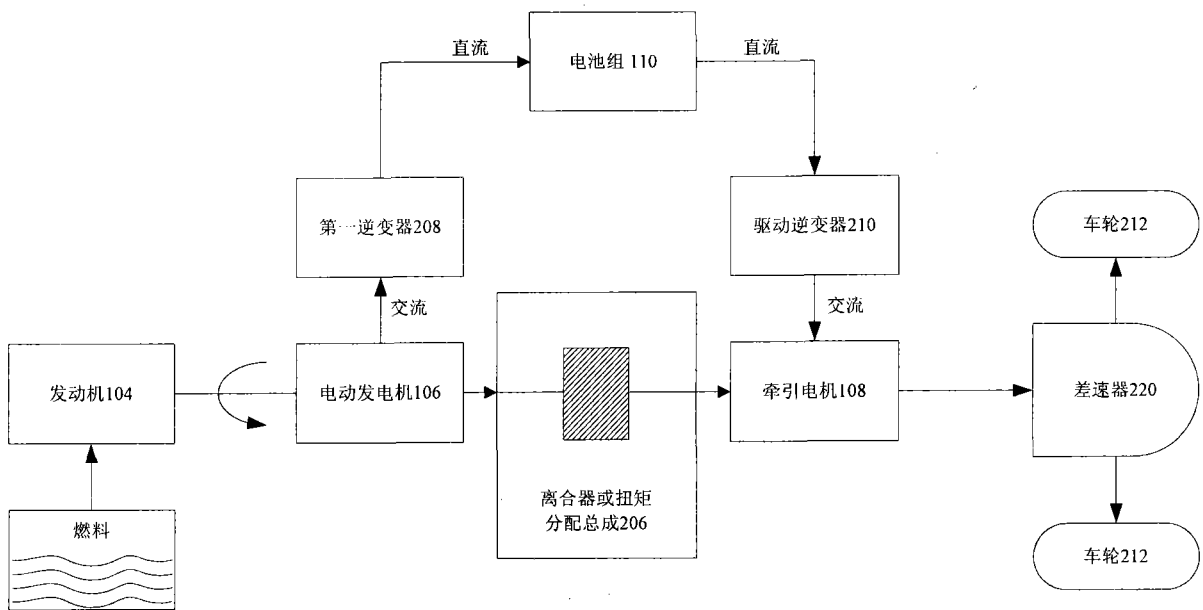


图 9A

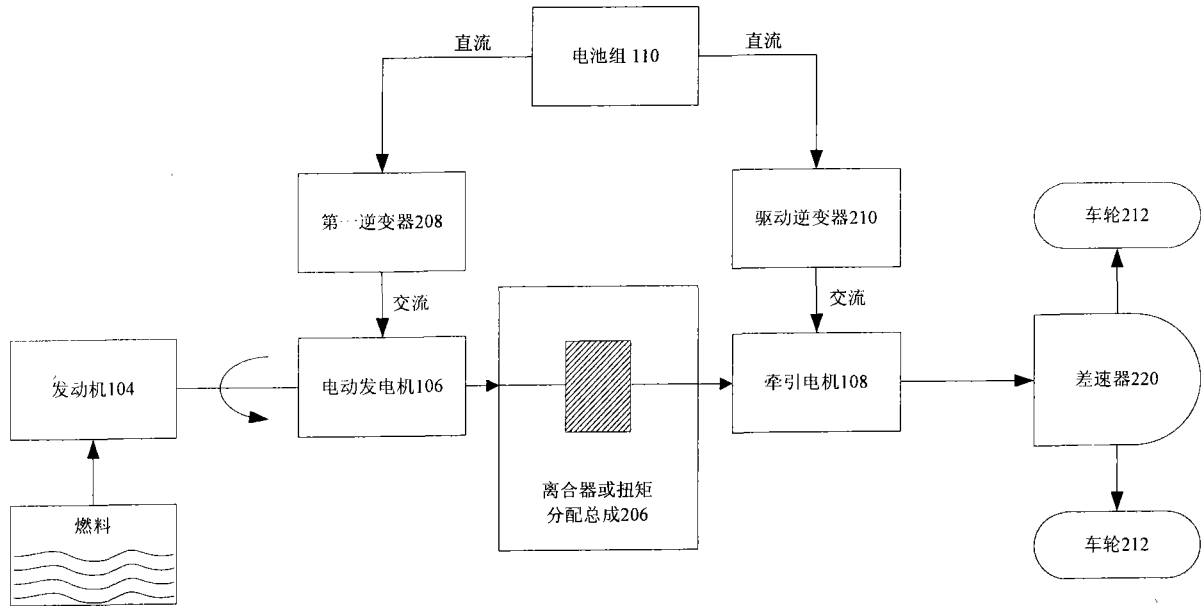


图 10

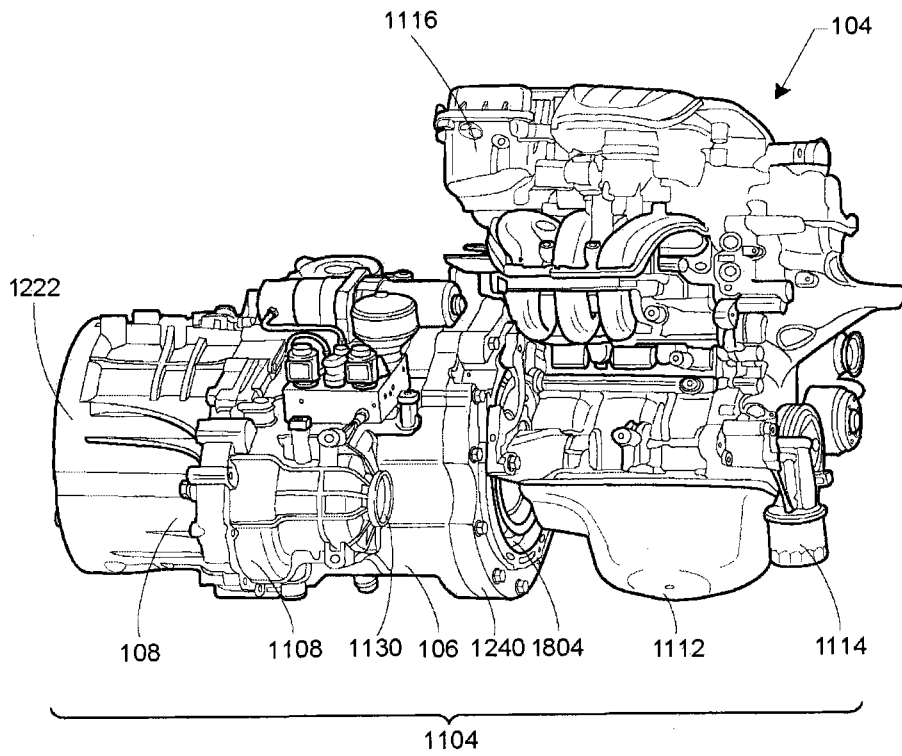


图 11

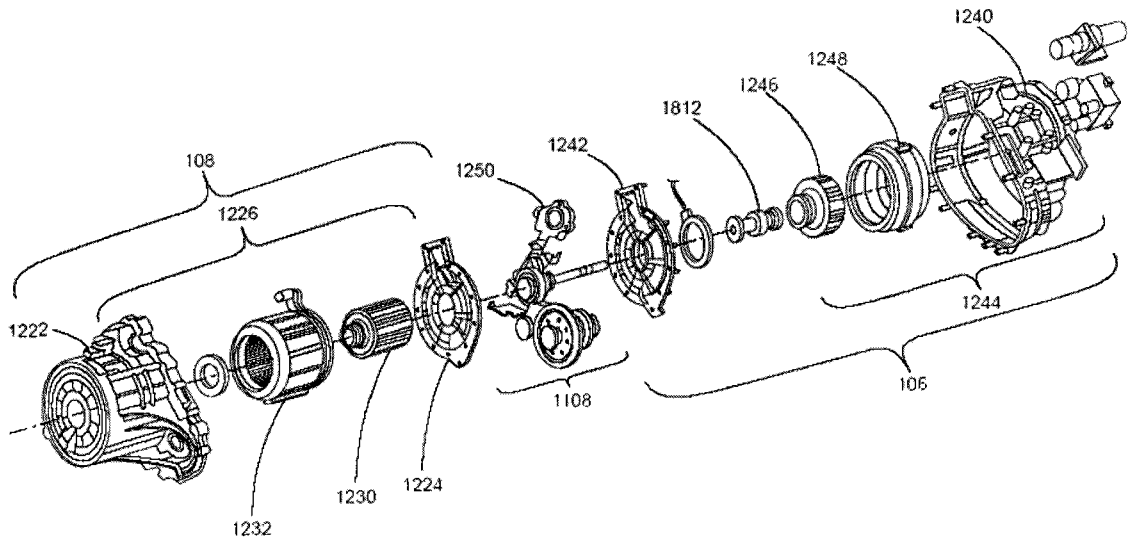


图 12

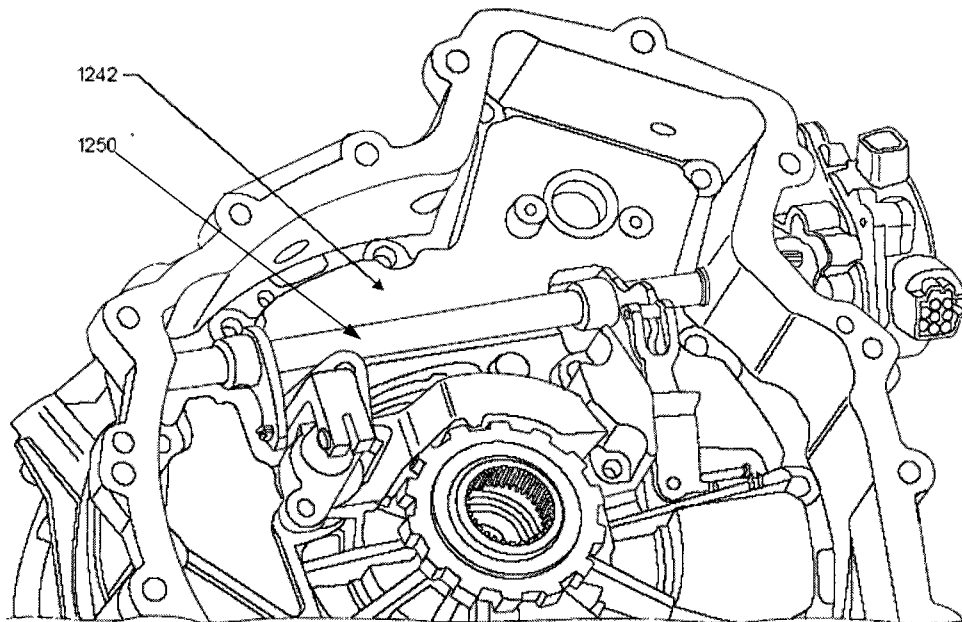


图 13

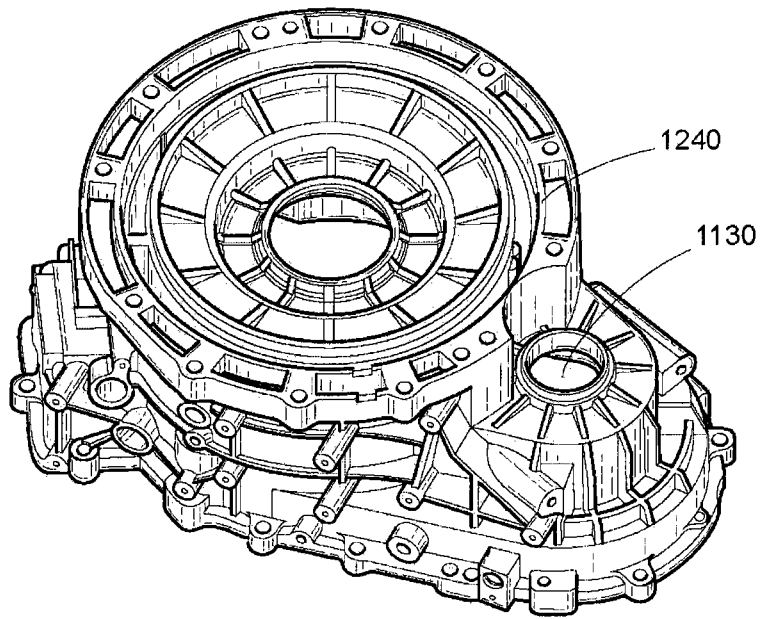


图 14

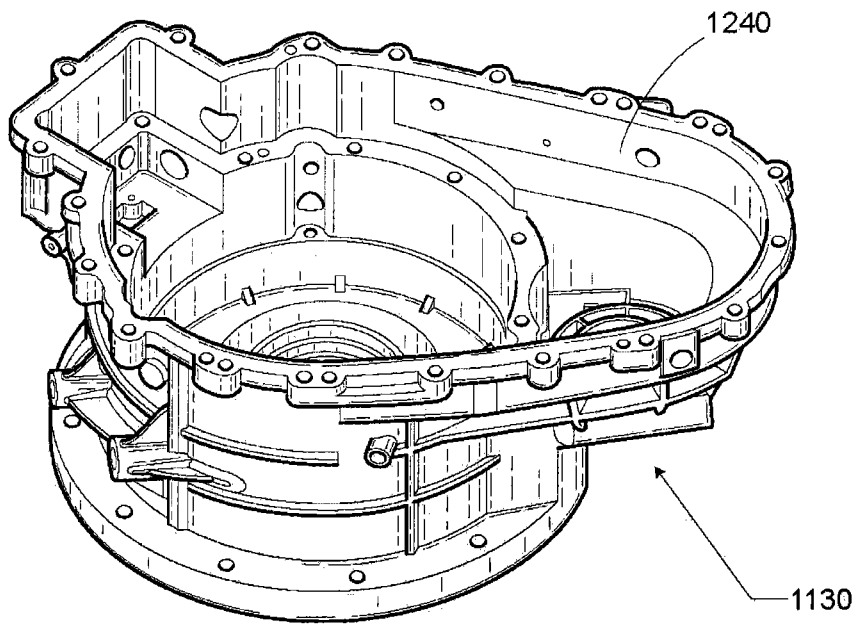


图 15

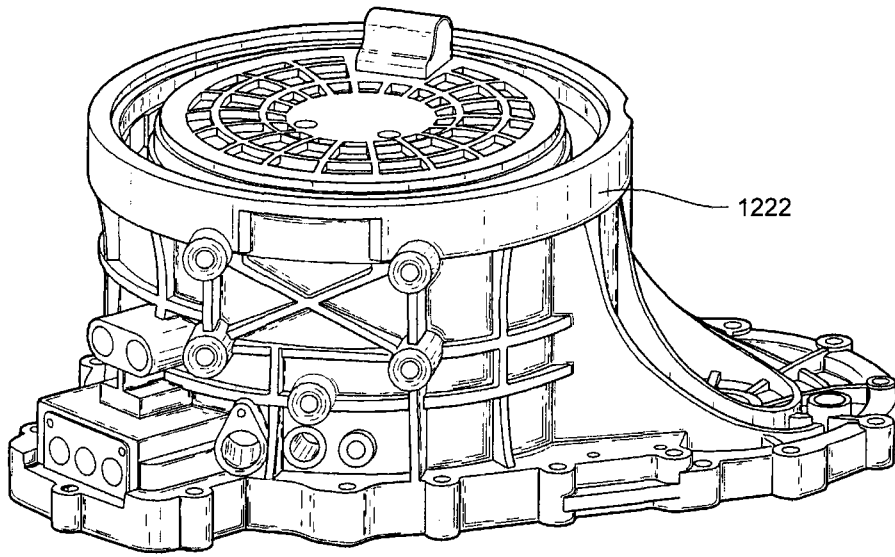


图 16

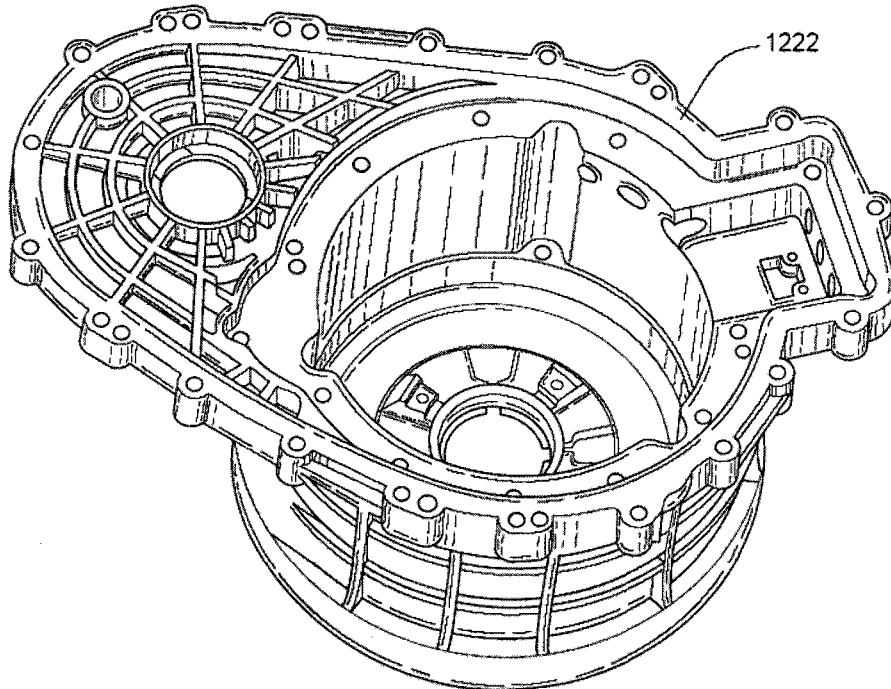


图 17

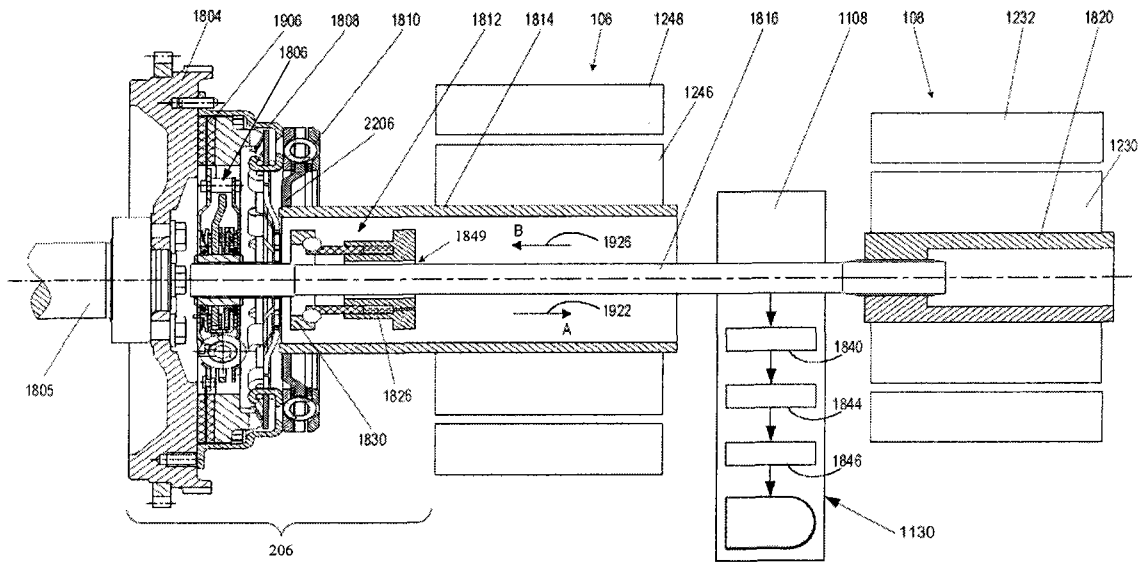


图 18

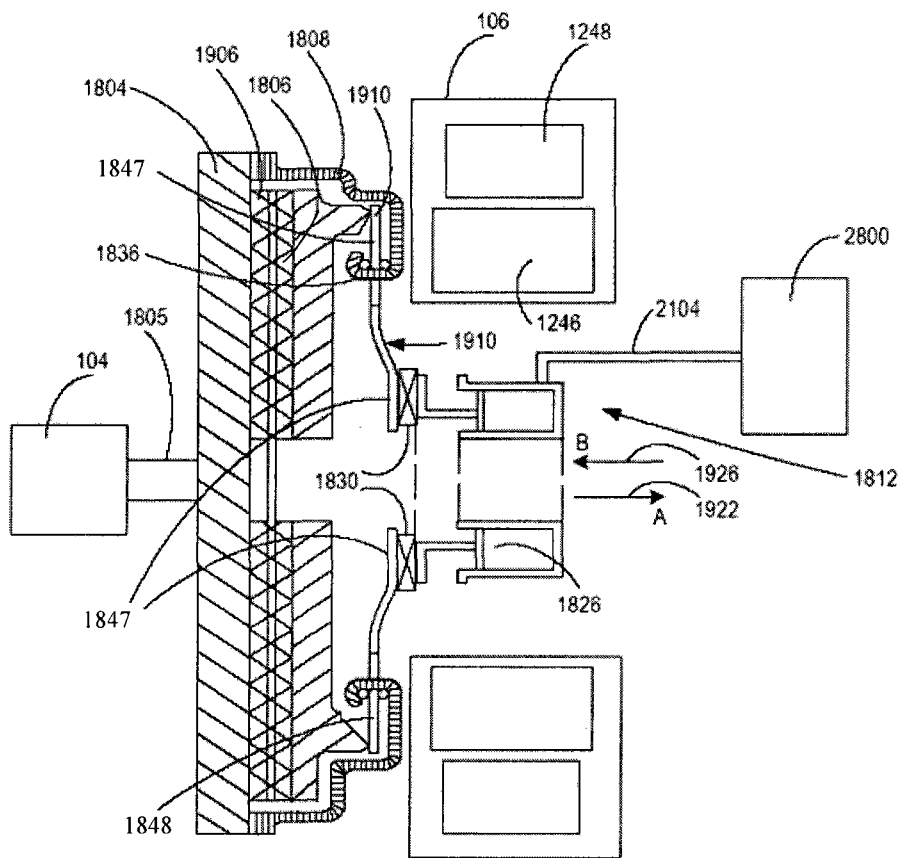


图 18A

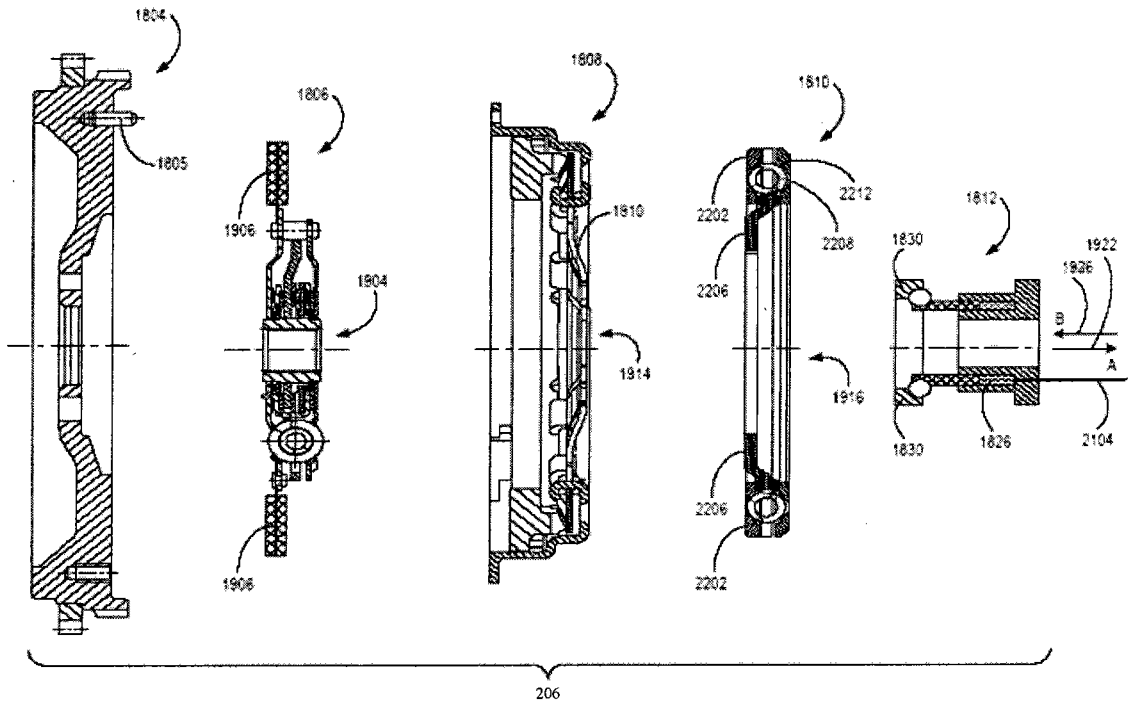


图 19

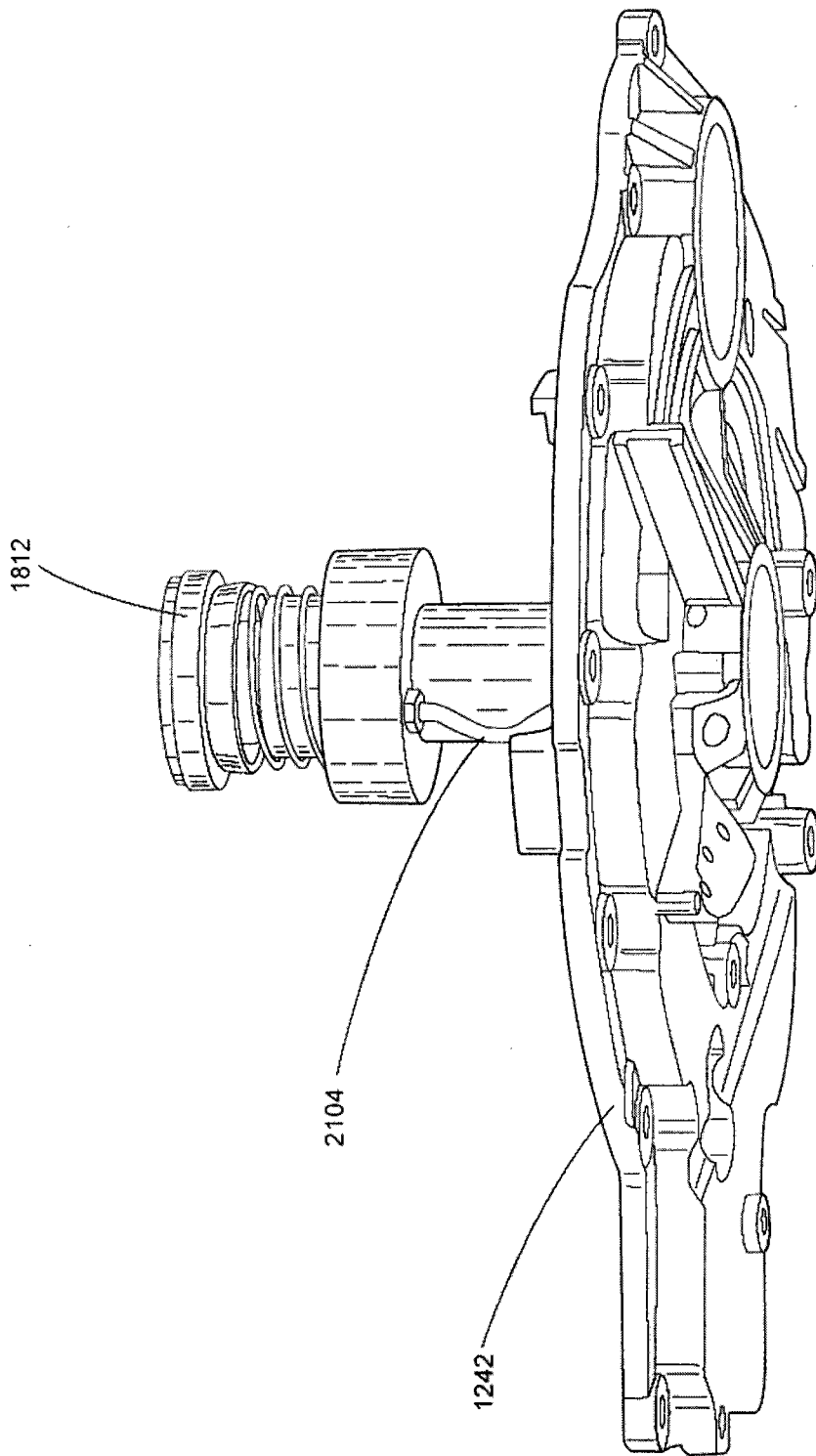


图 20

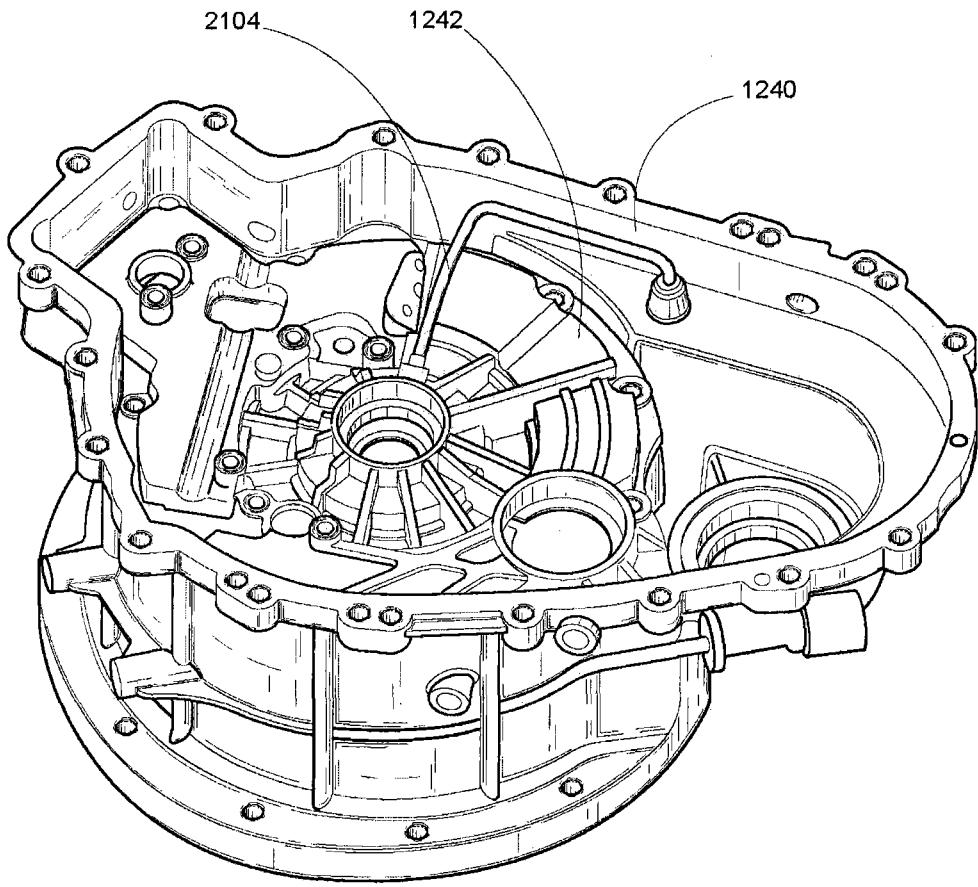


图 21

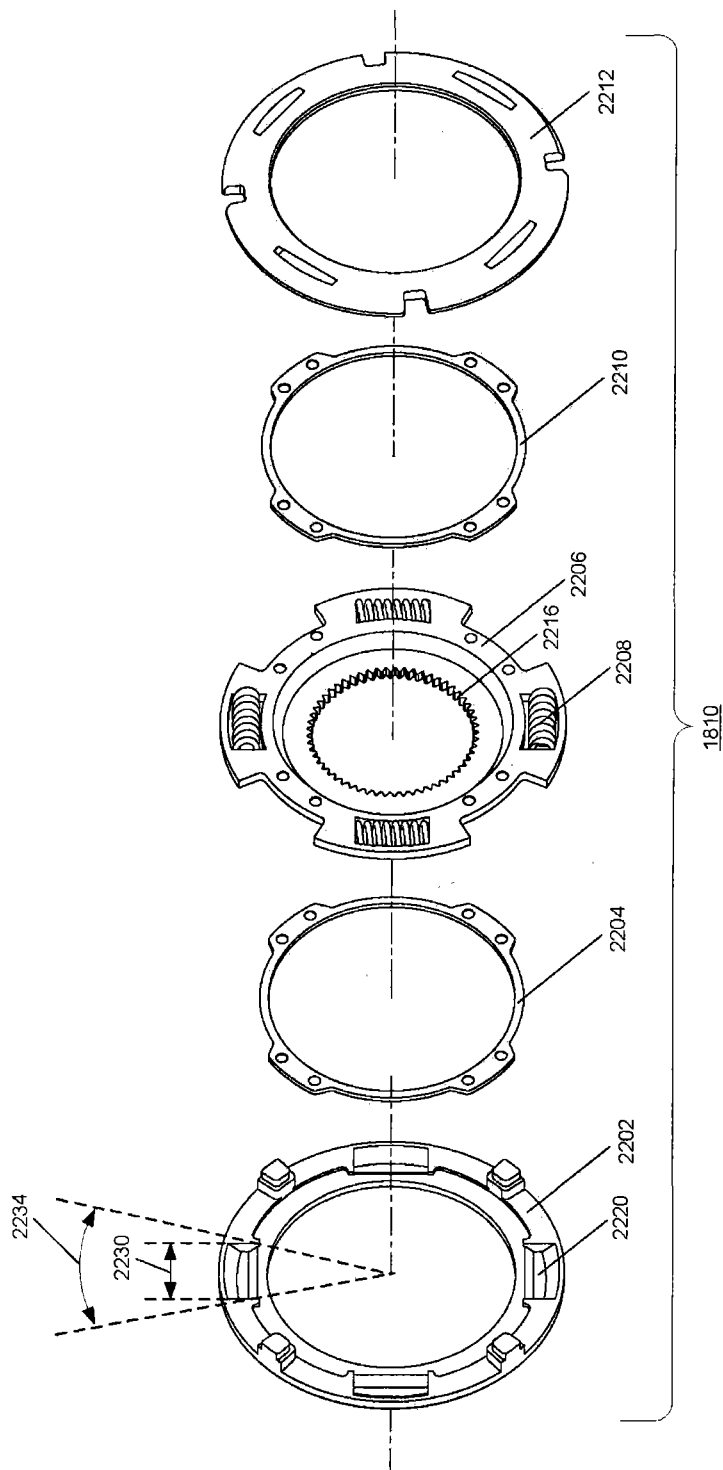


图 22

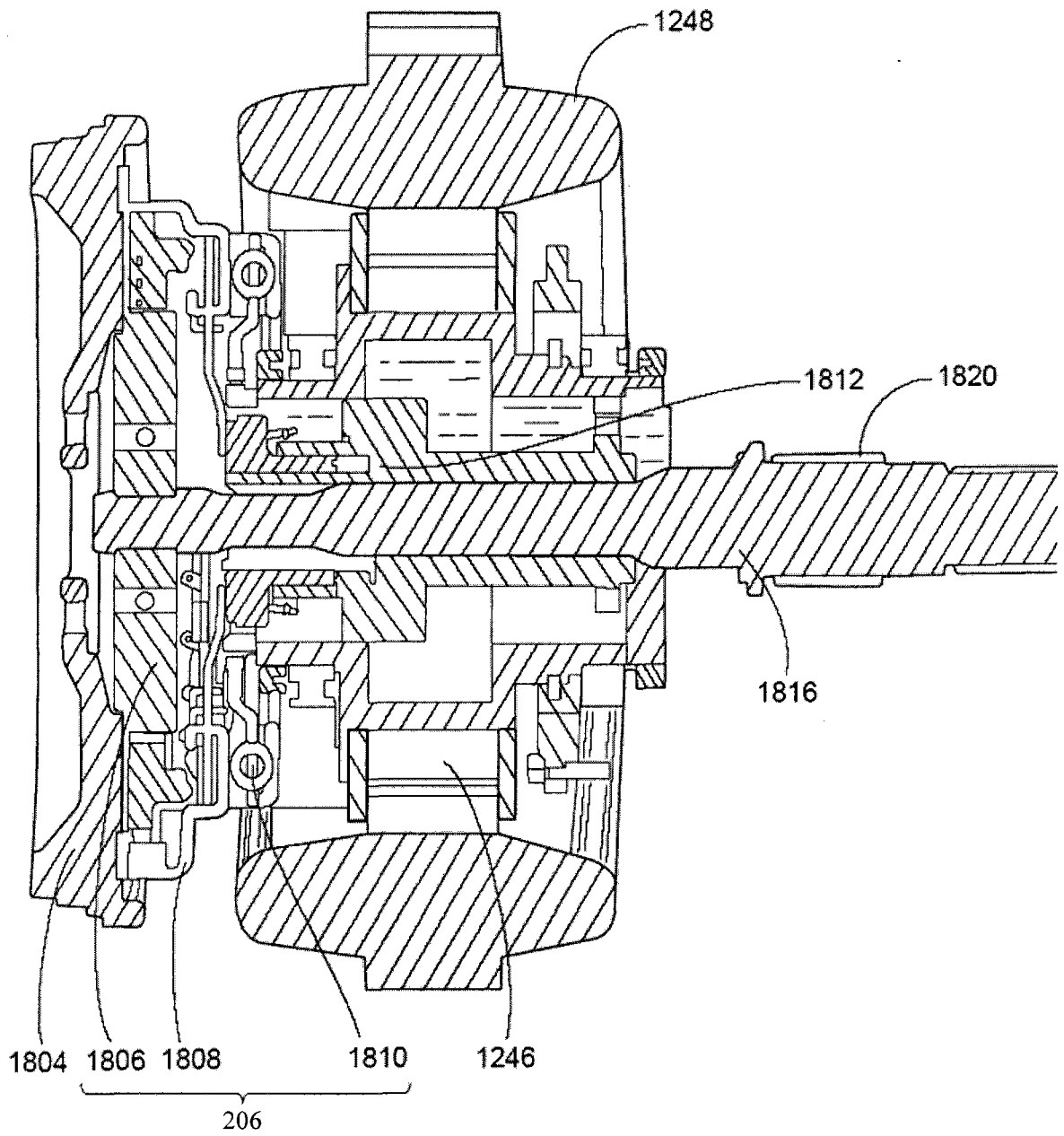


图 23

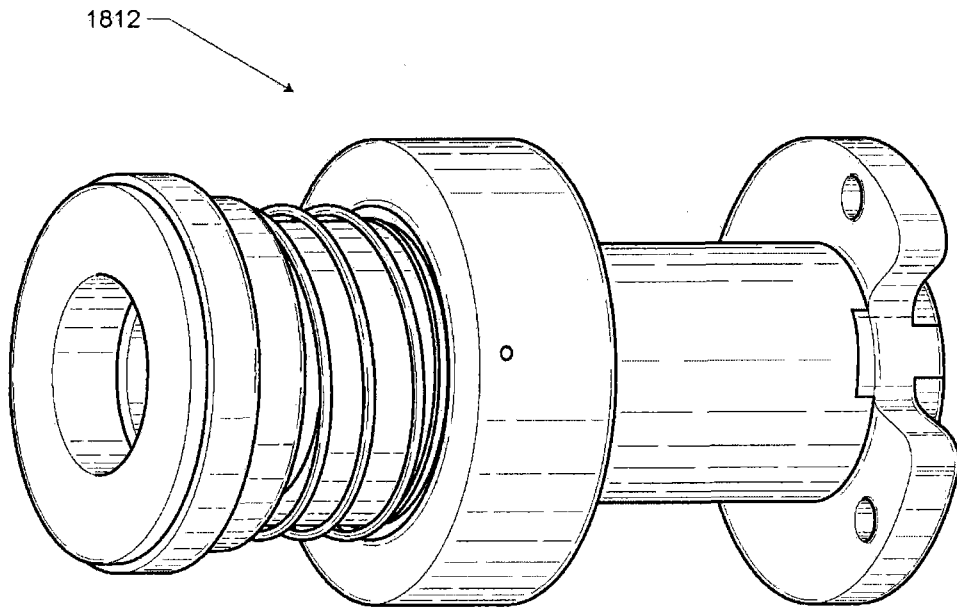


图 24

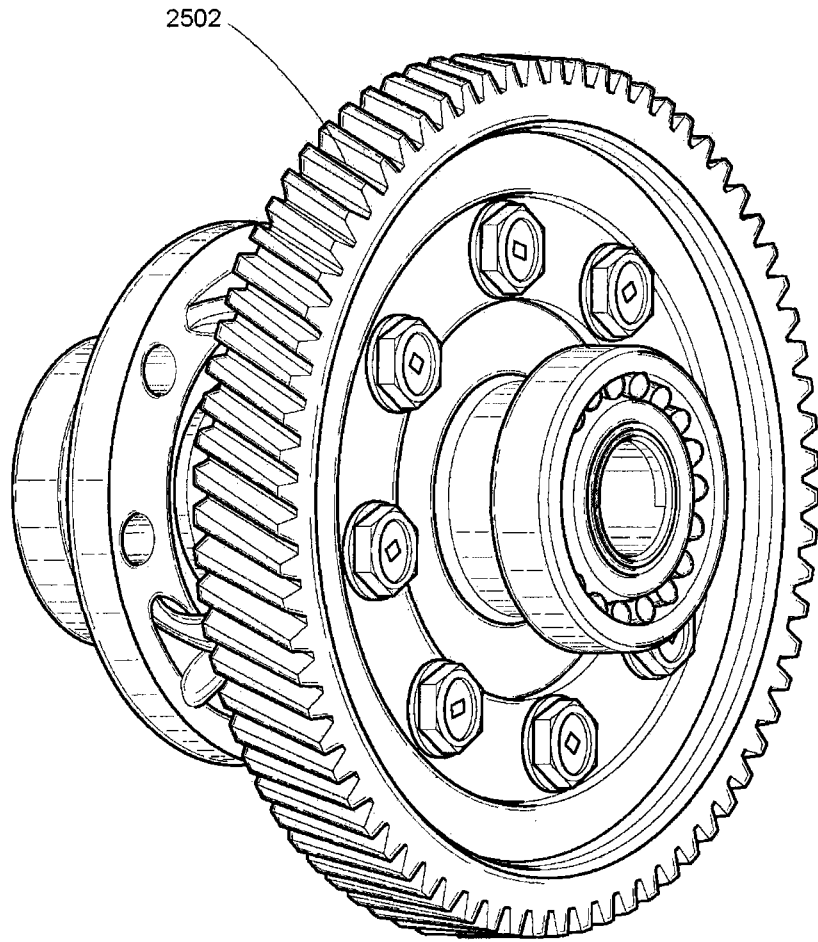


图 25

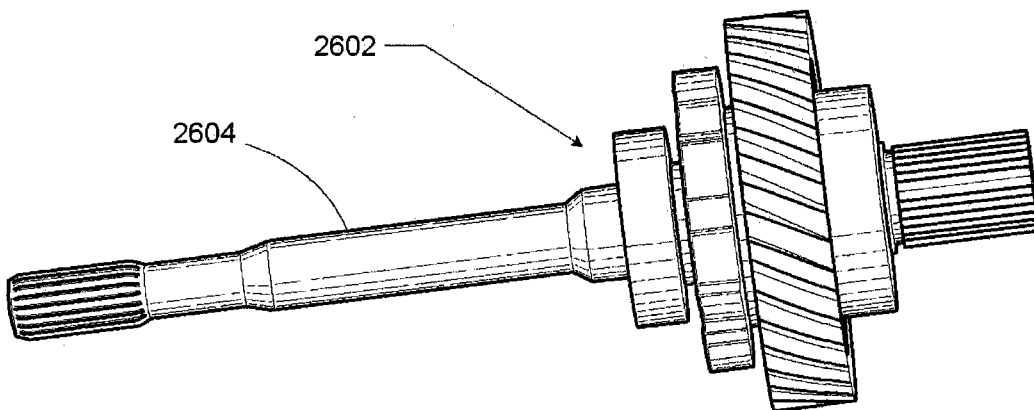


图 26

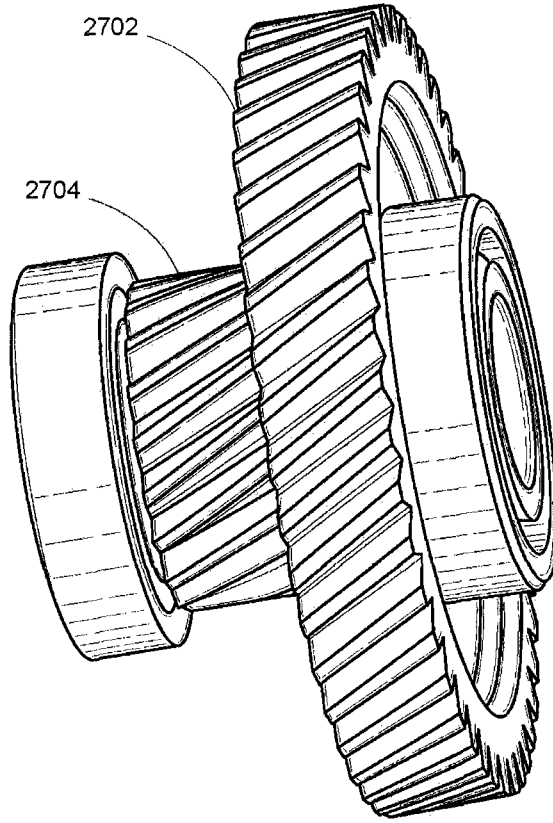


图 27

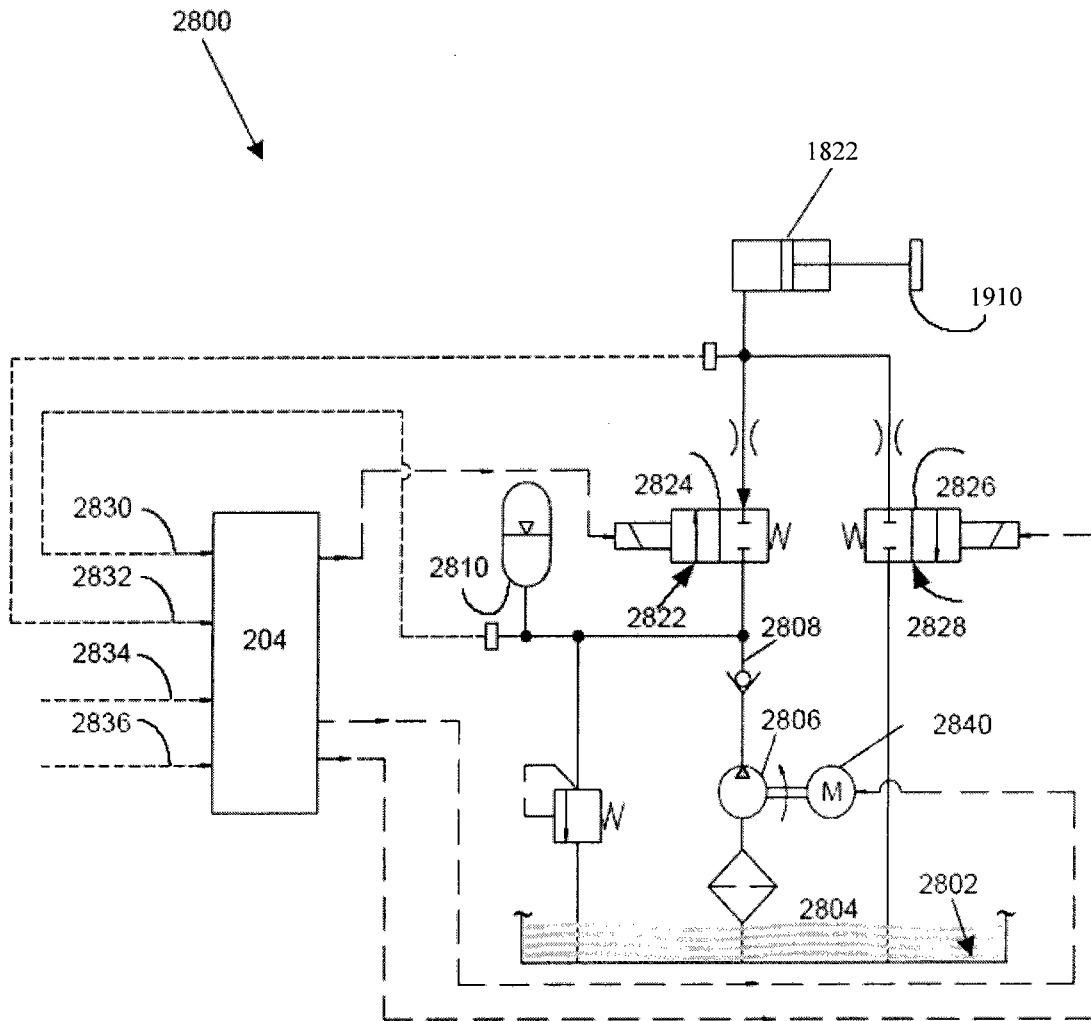


图 28

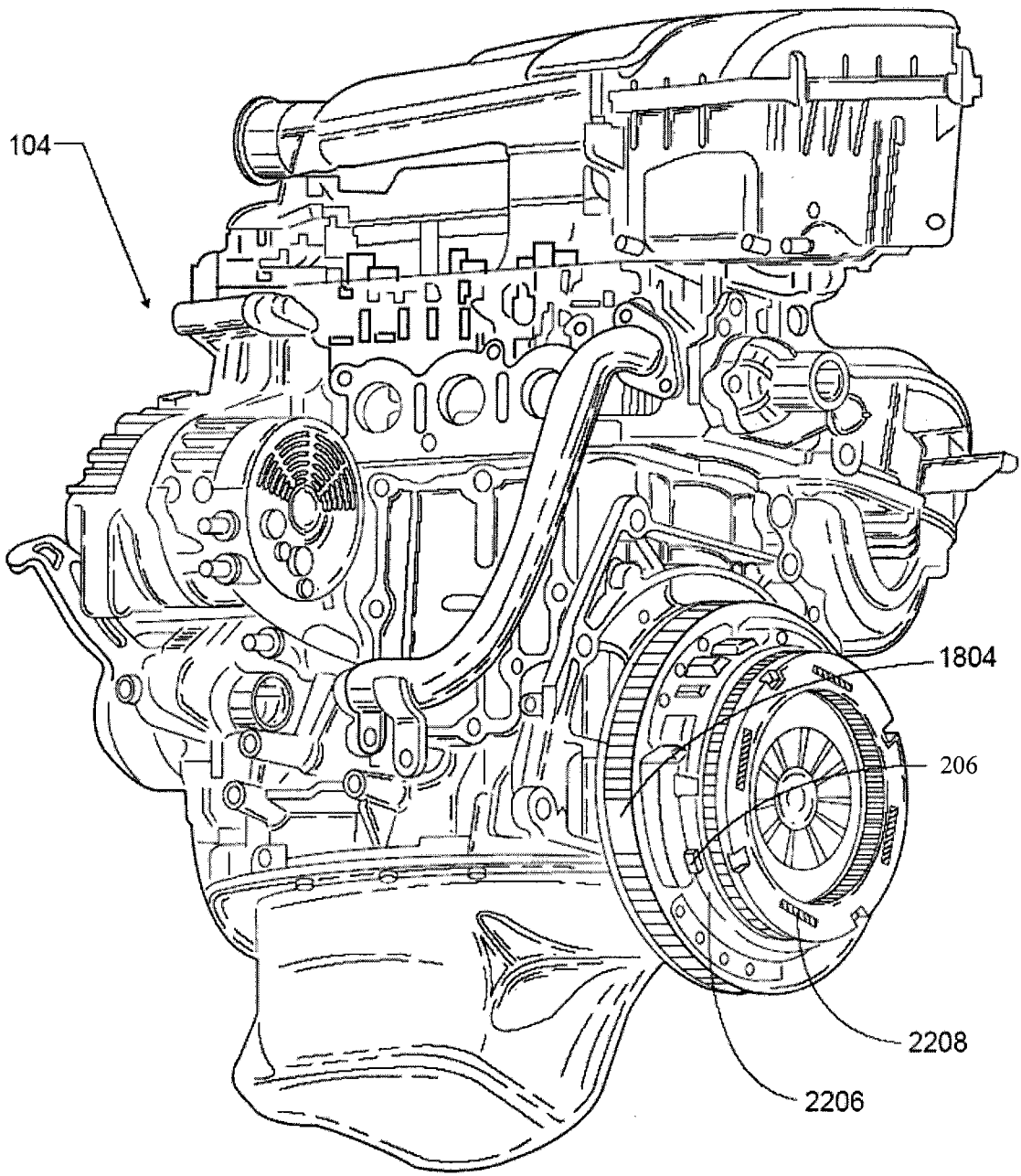


图 29

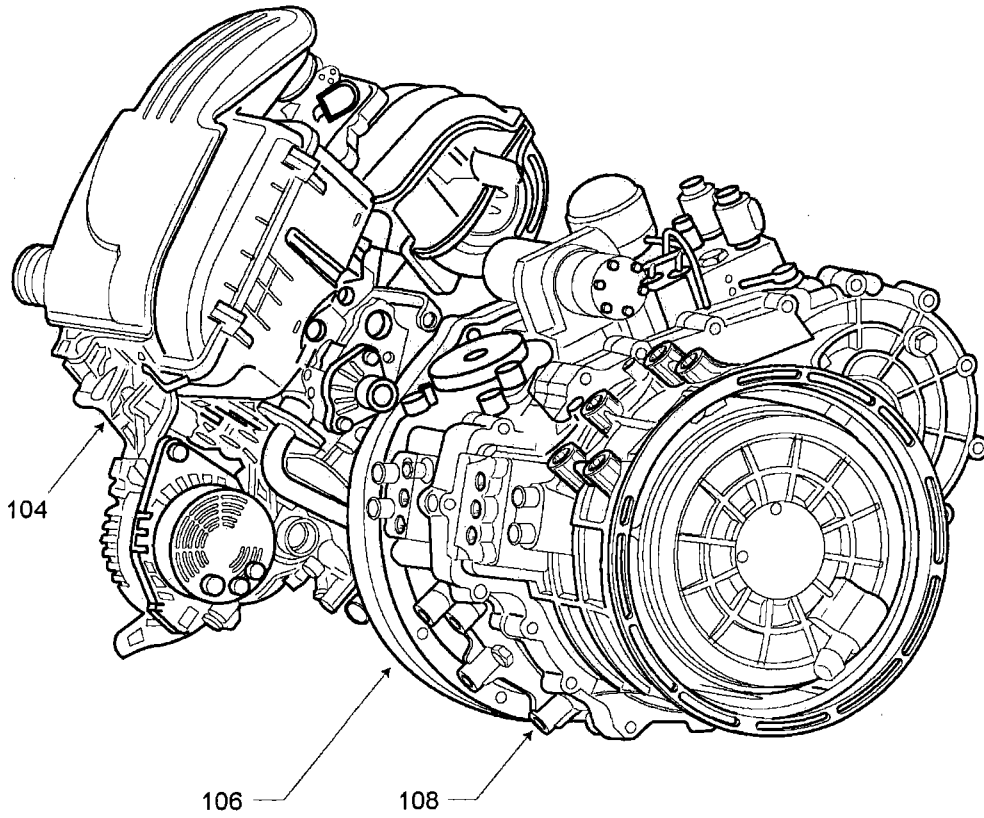


图 30

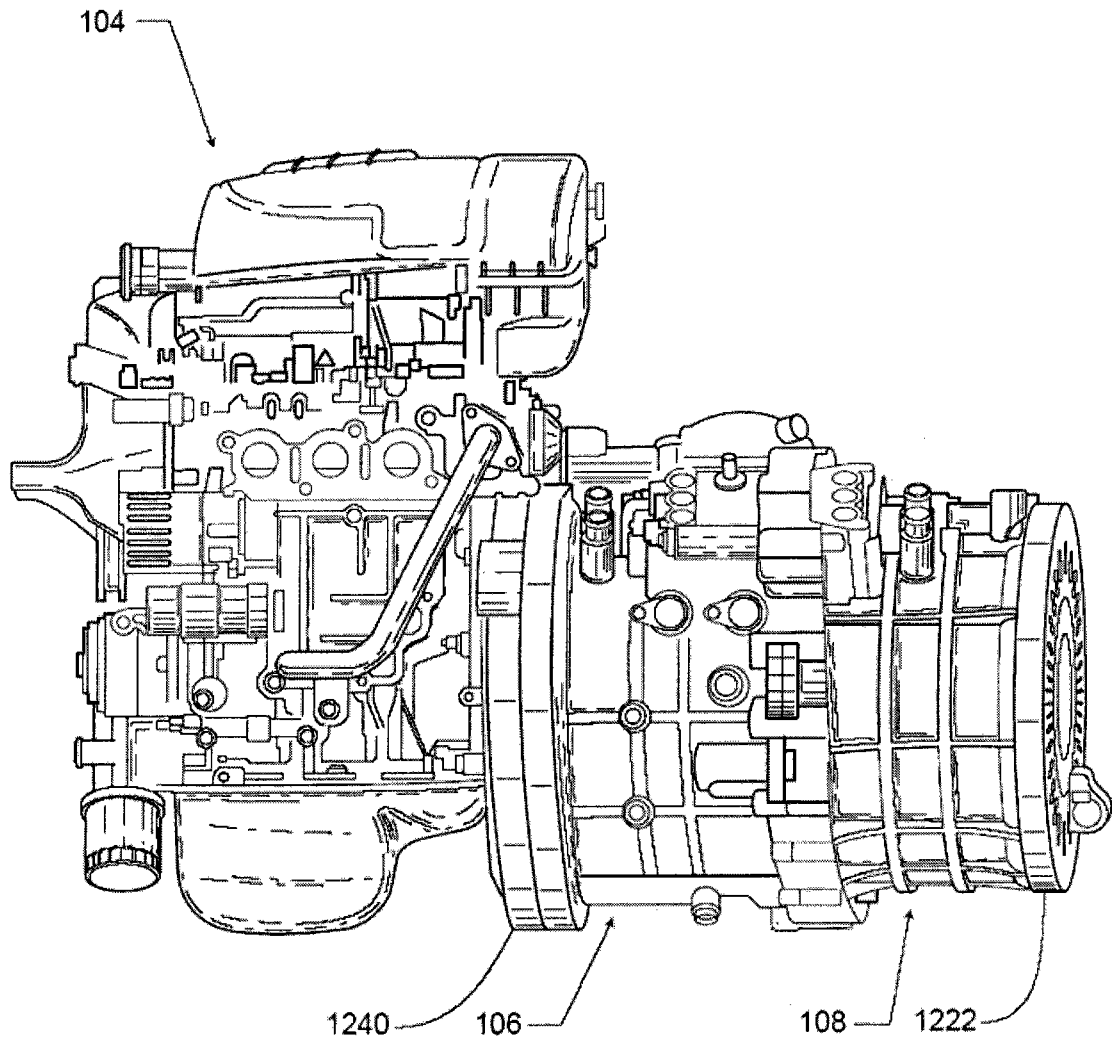


图 31

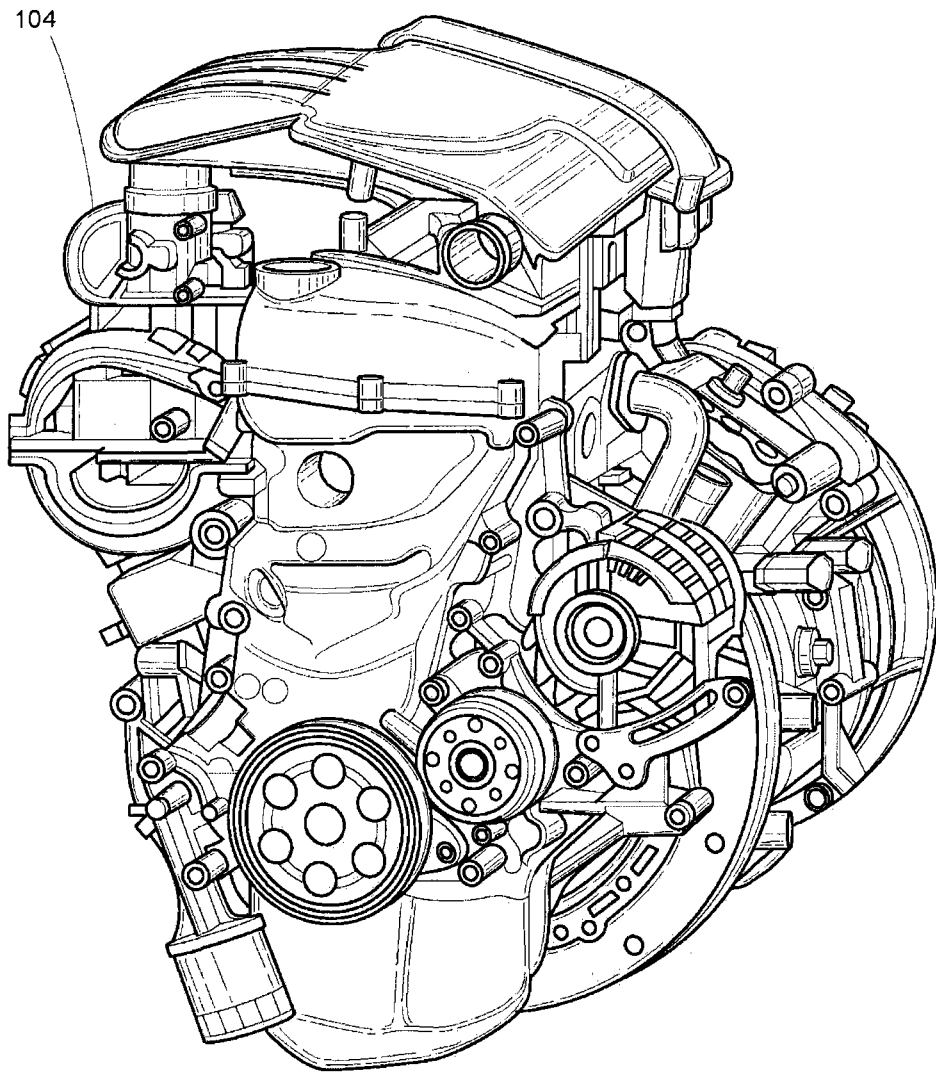


图 32

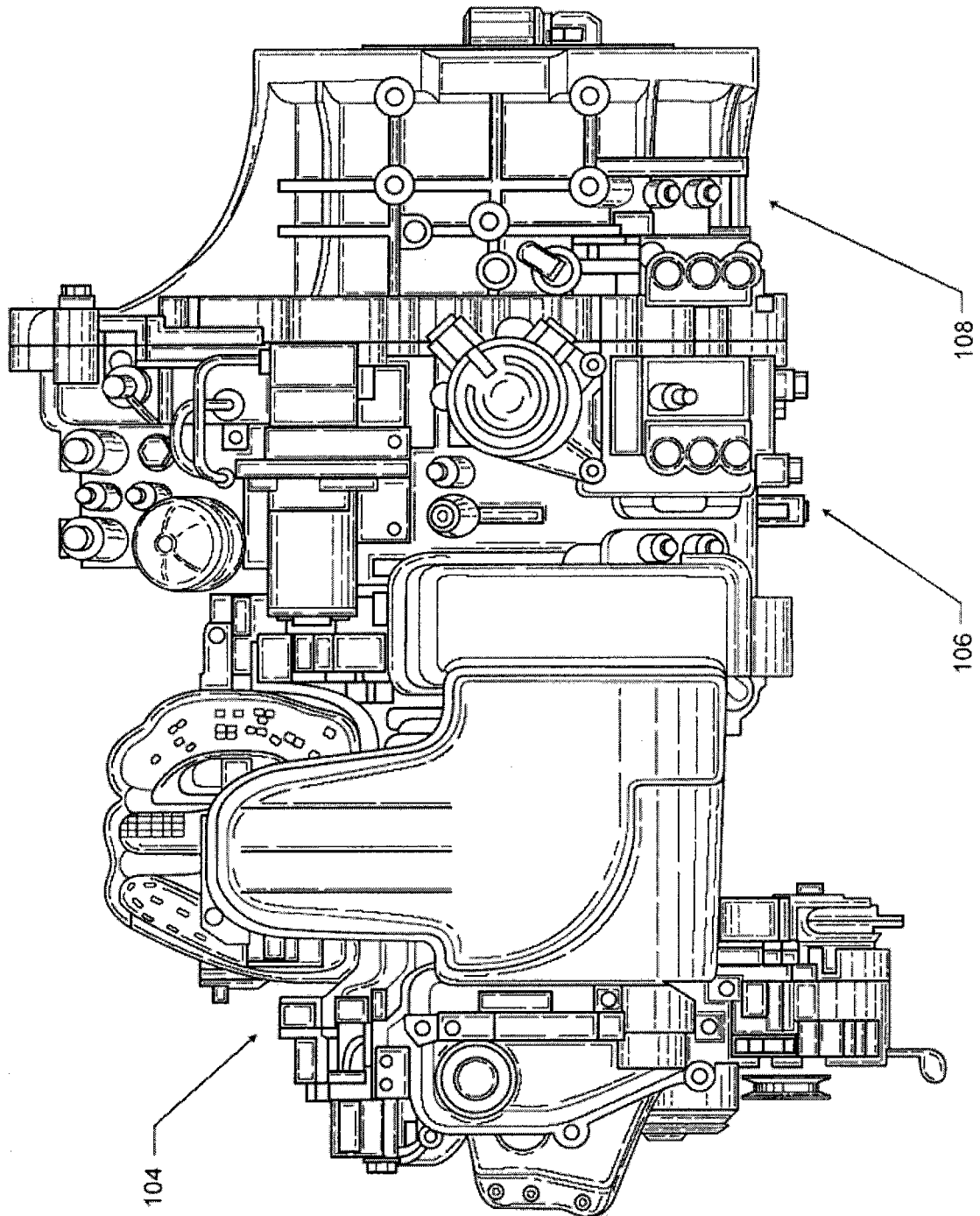


图 33

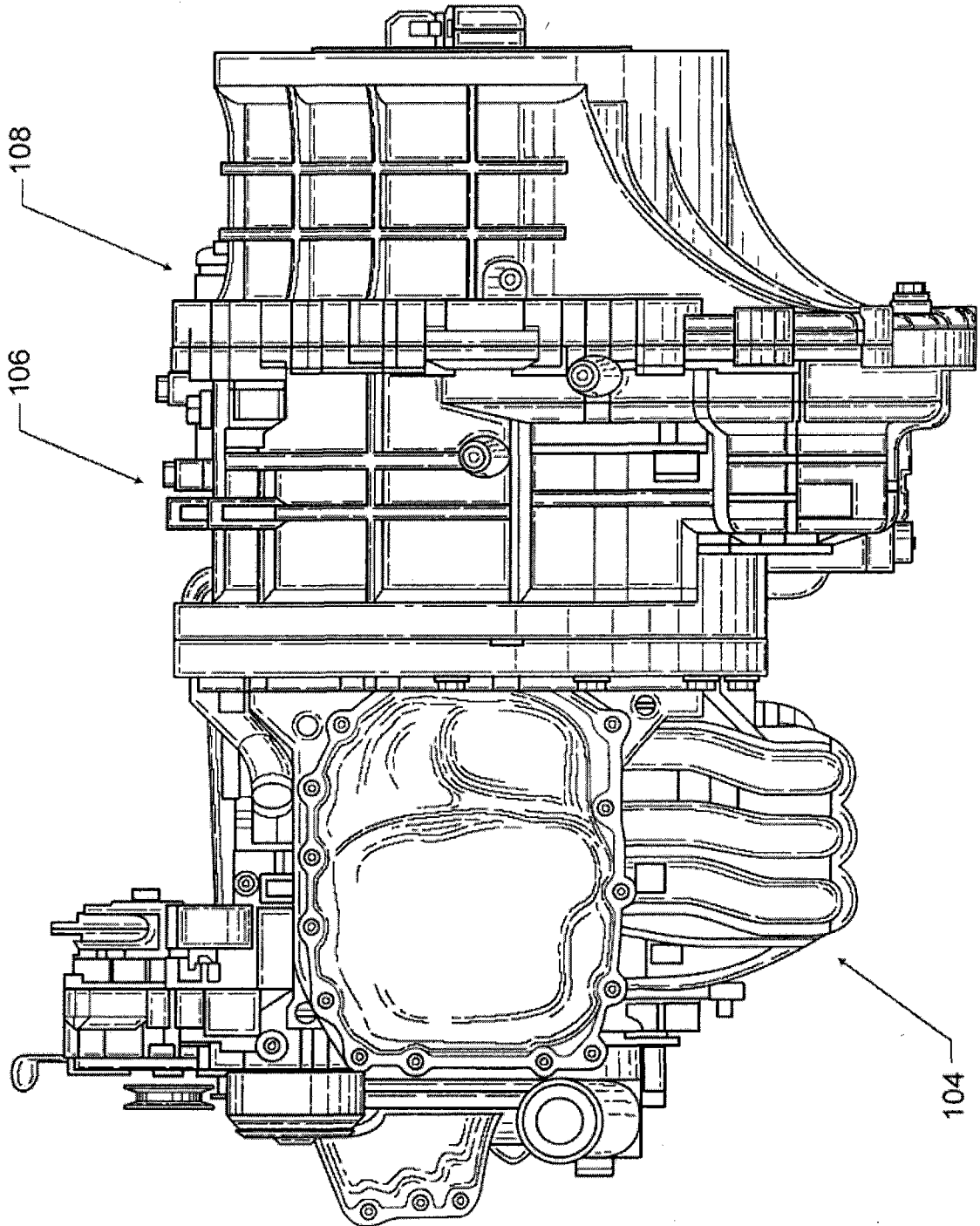


图 34

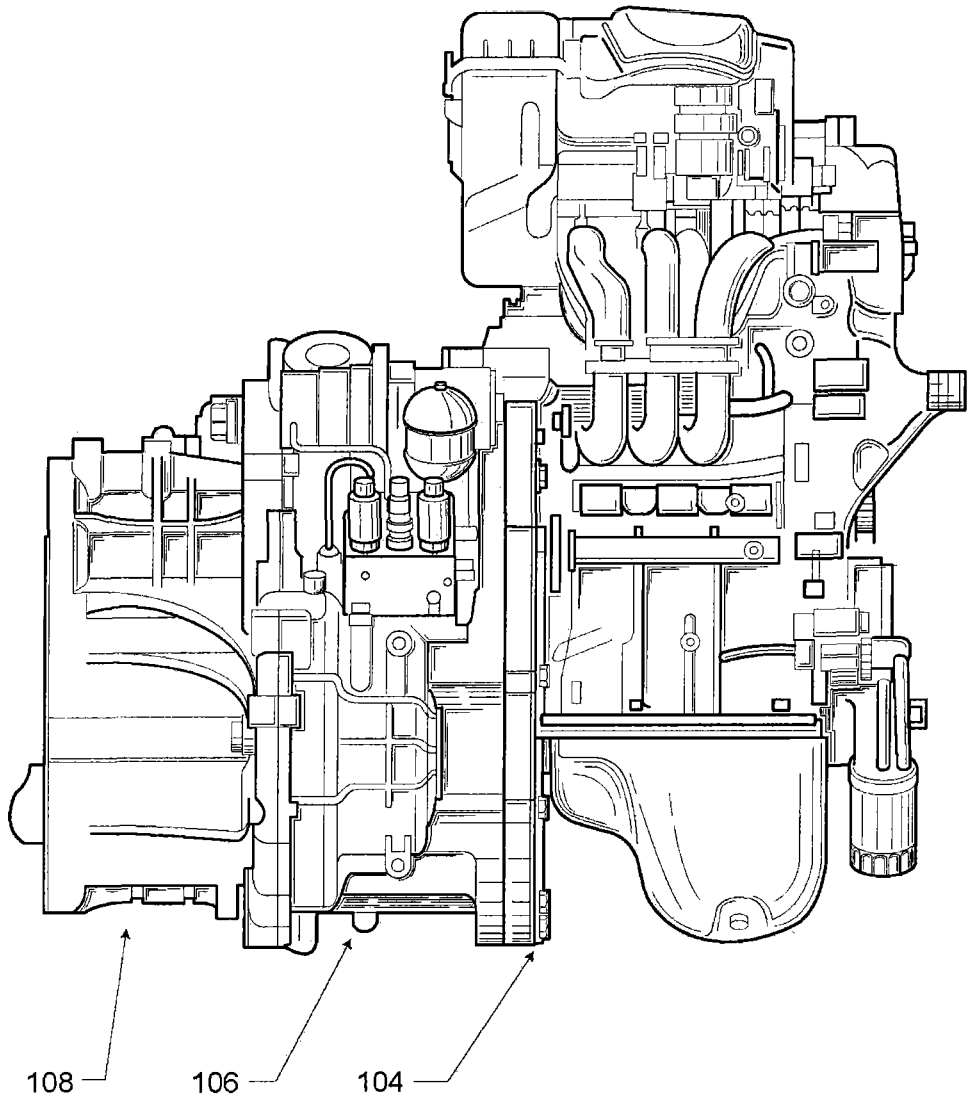


图 35

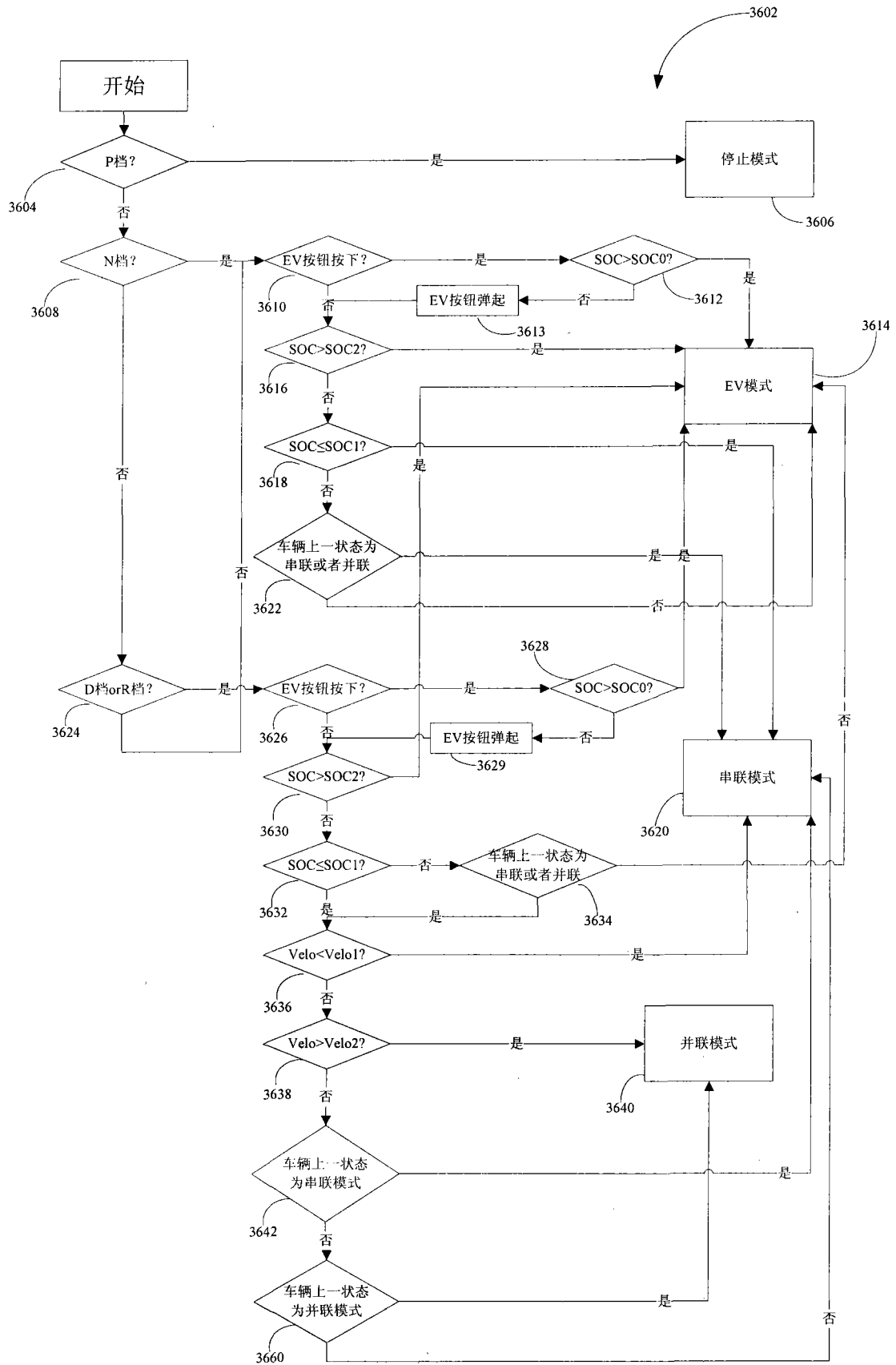


图 36

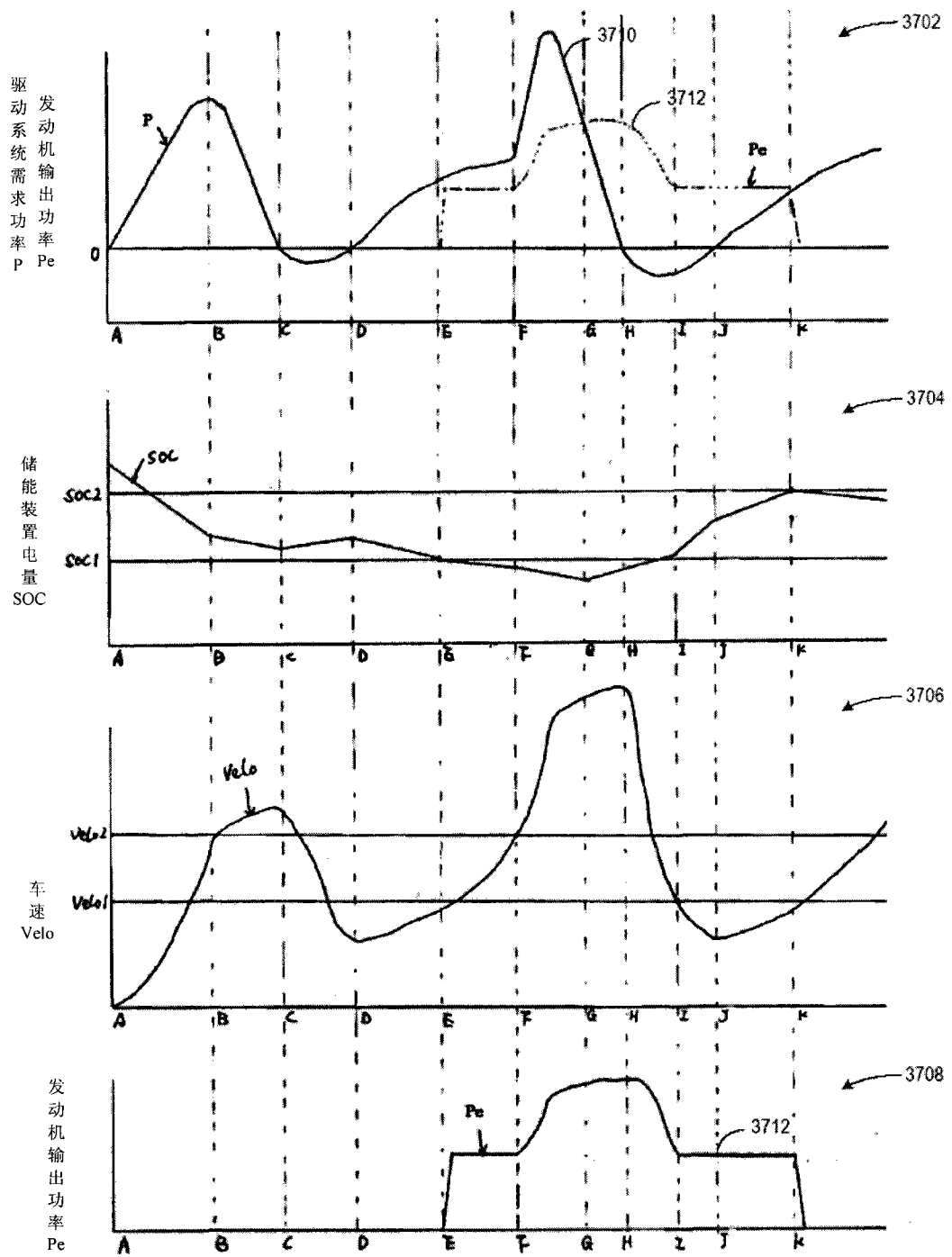


图 37

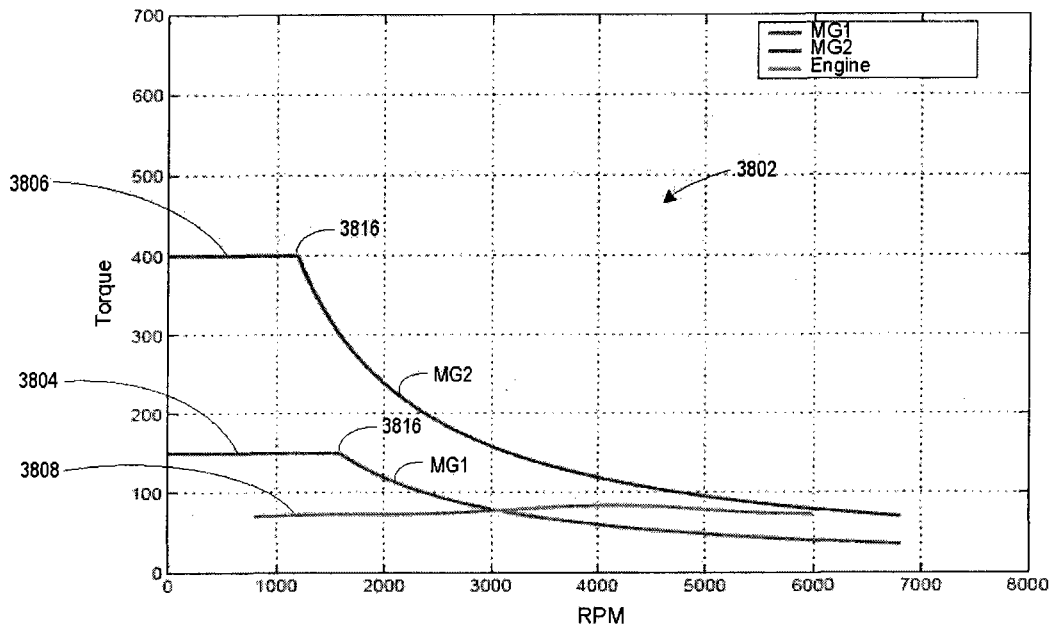


图 38

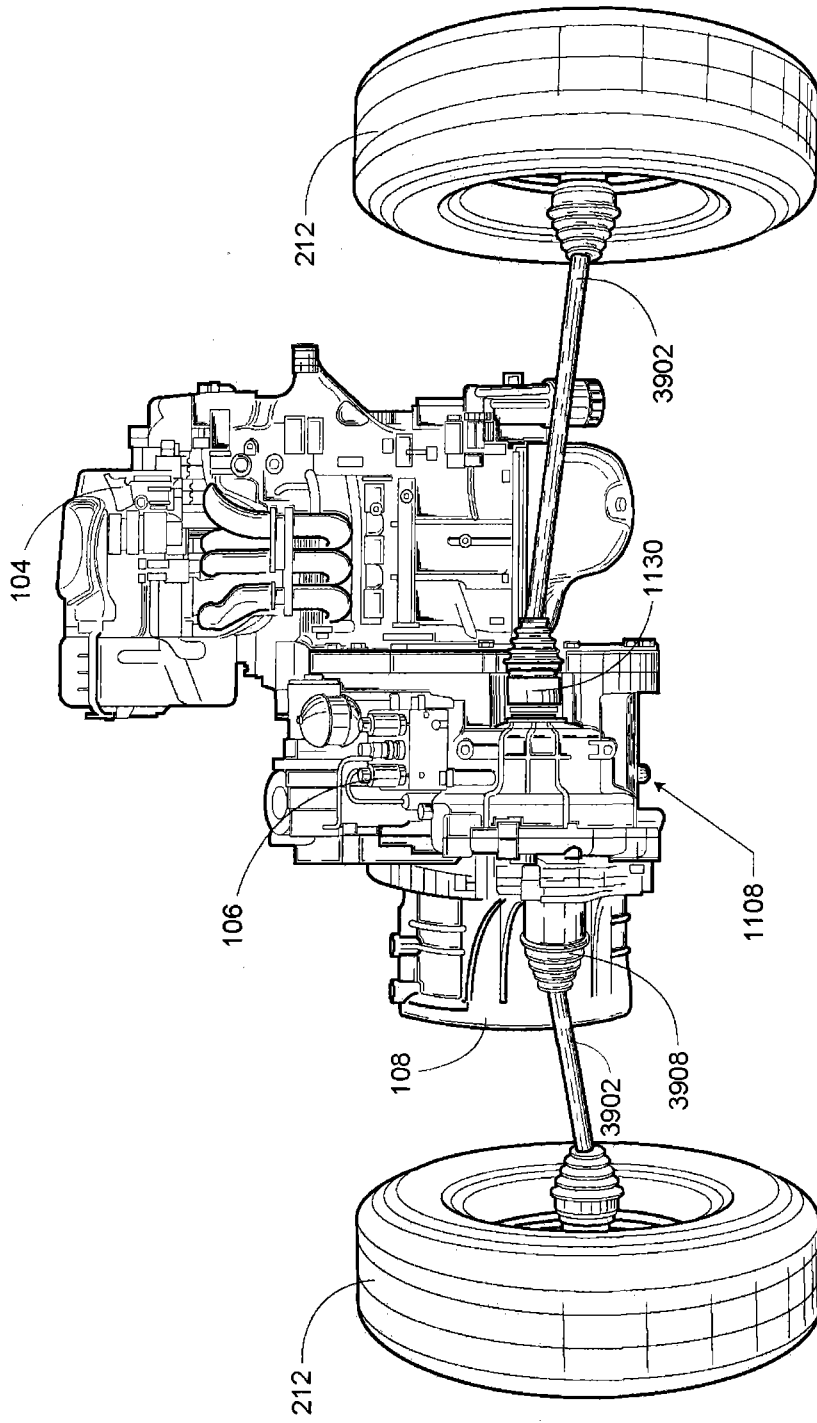


图 39

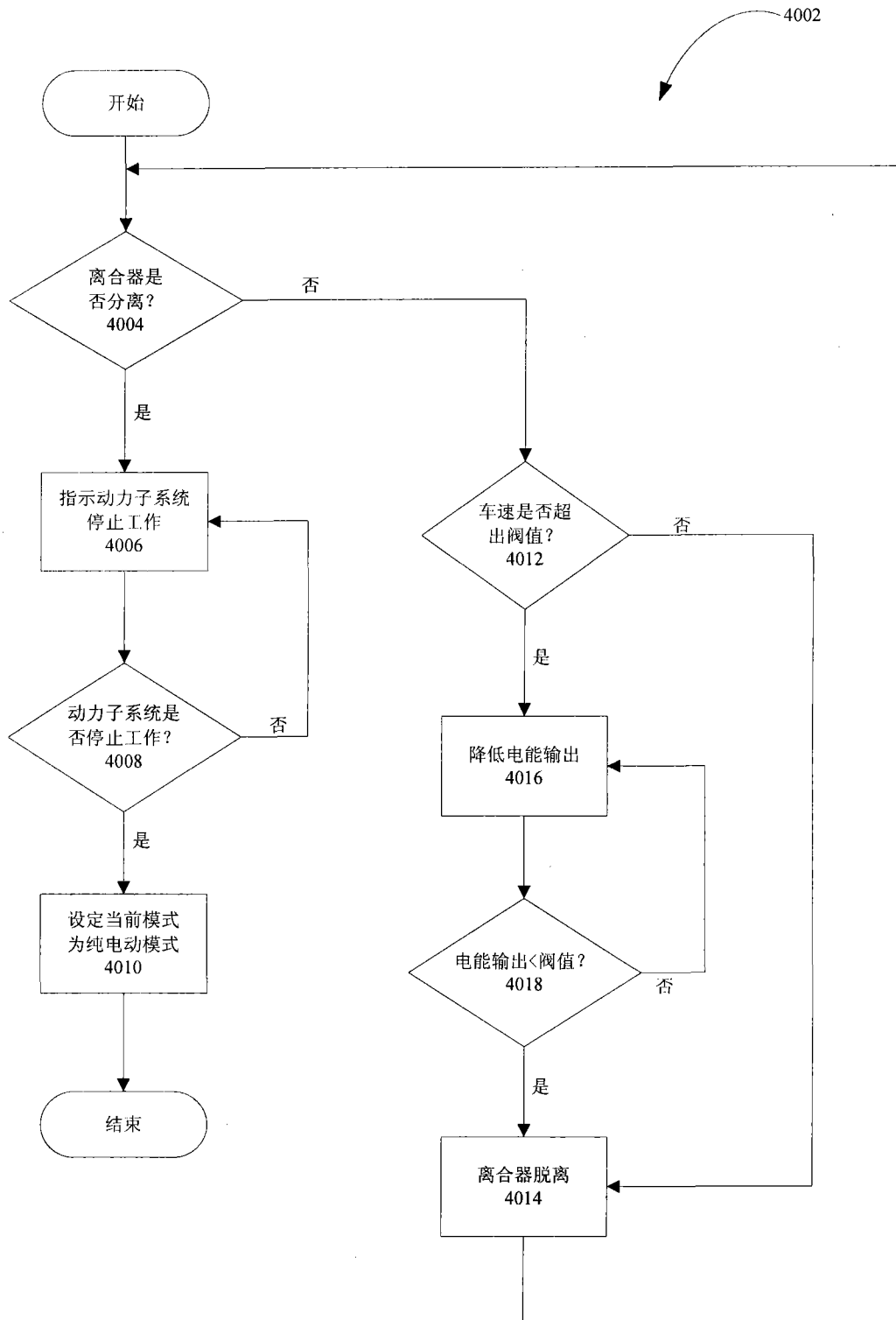


图 40

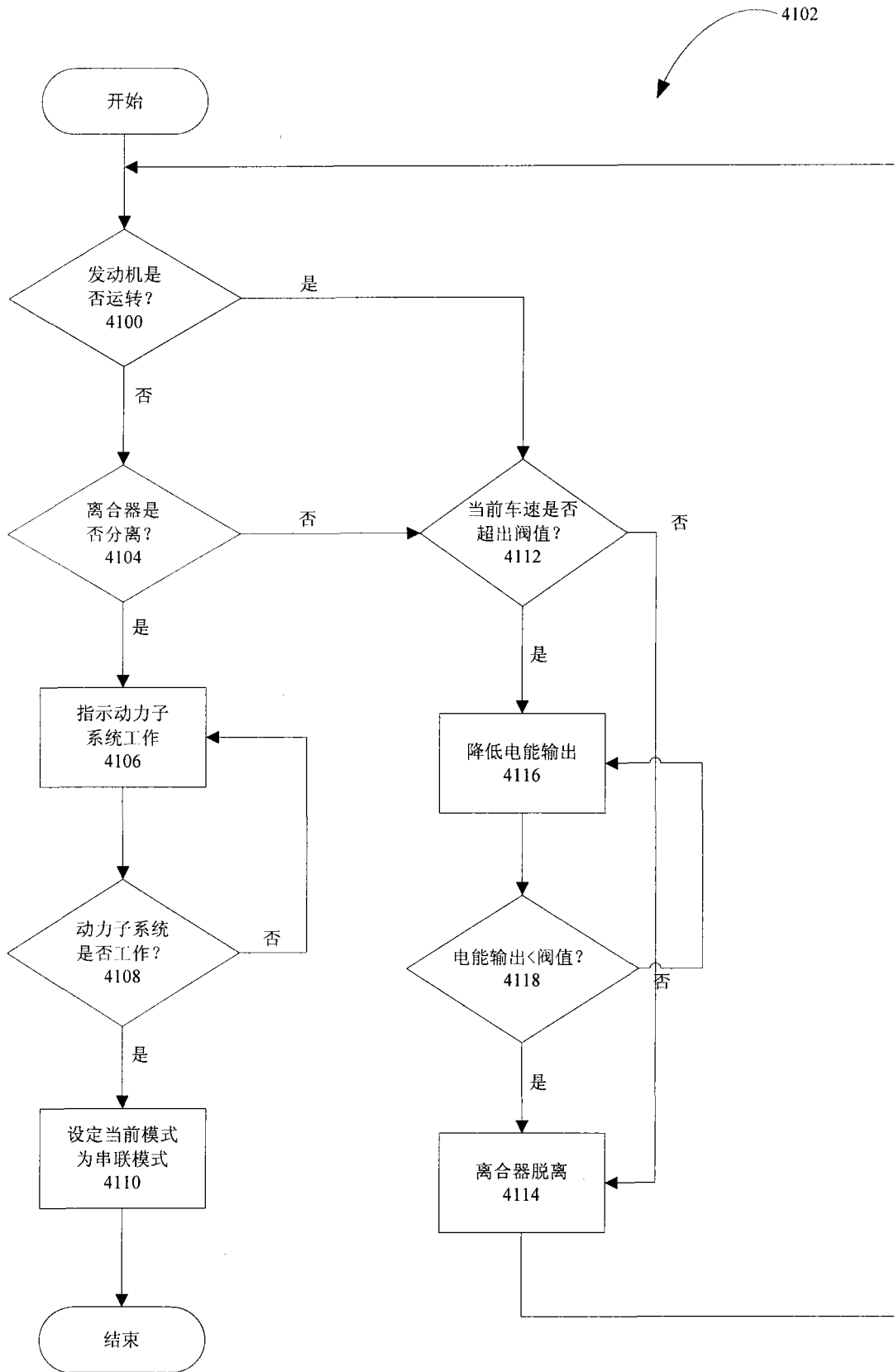


图 41

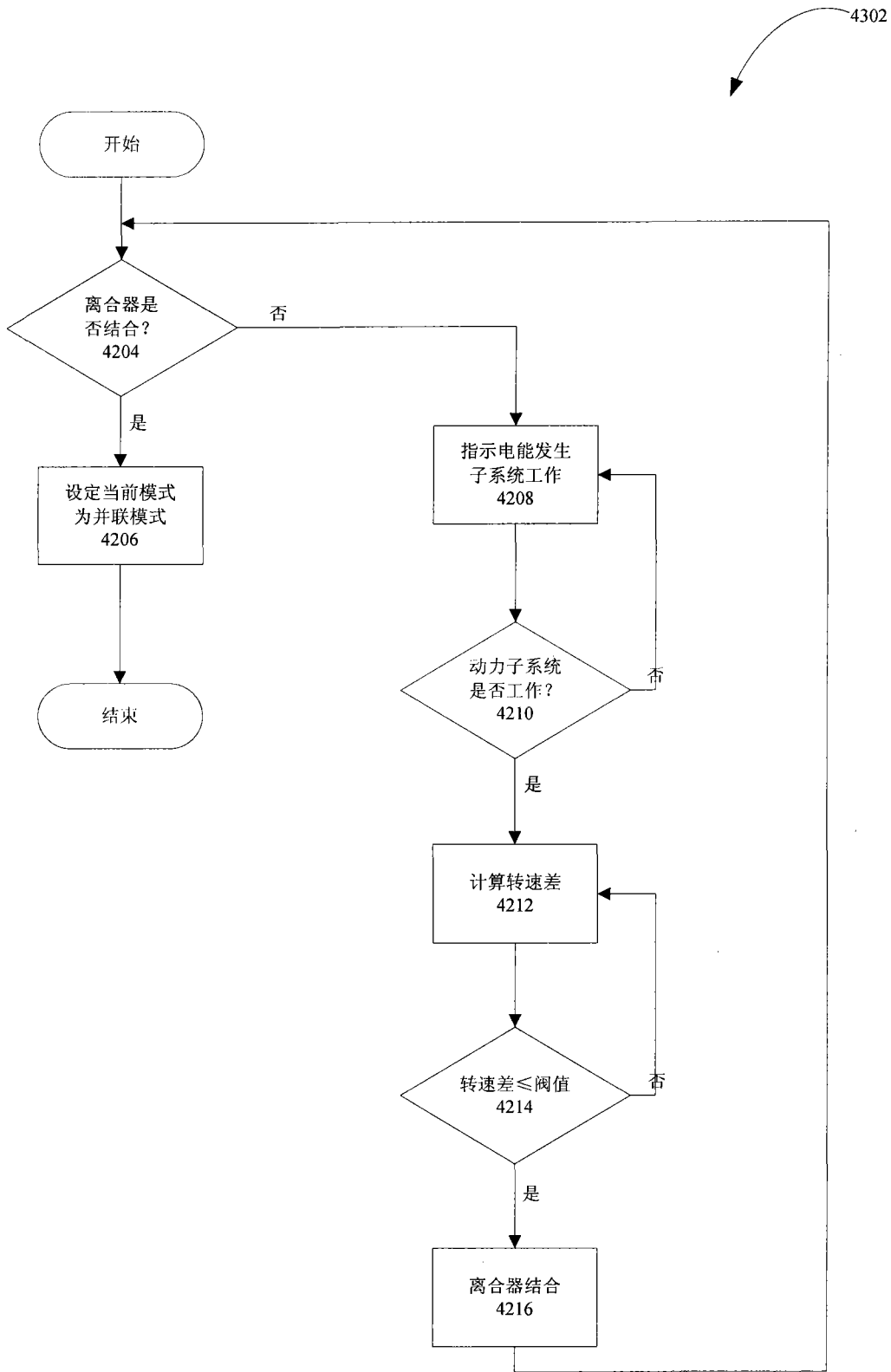


图 42

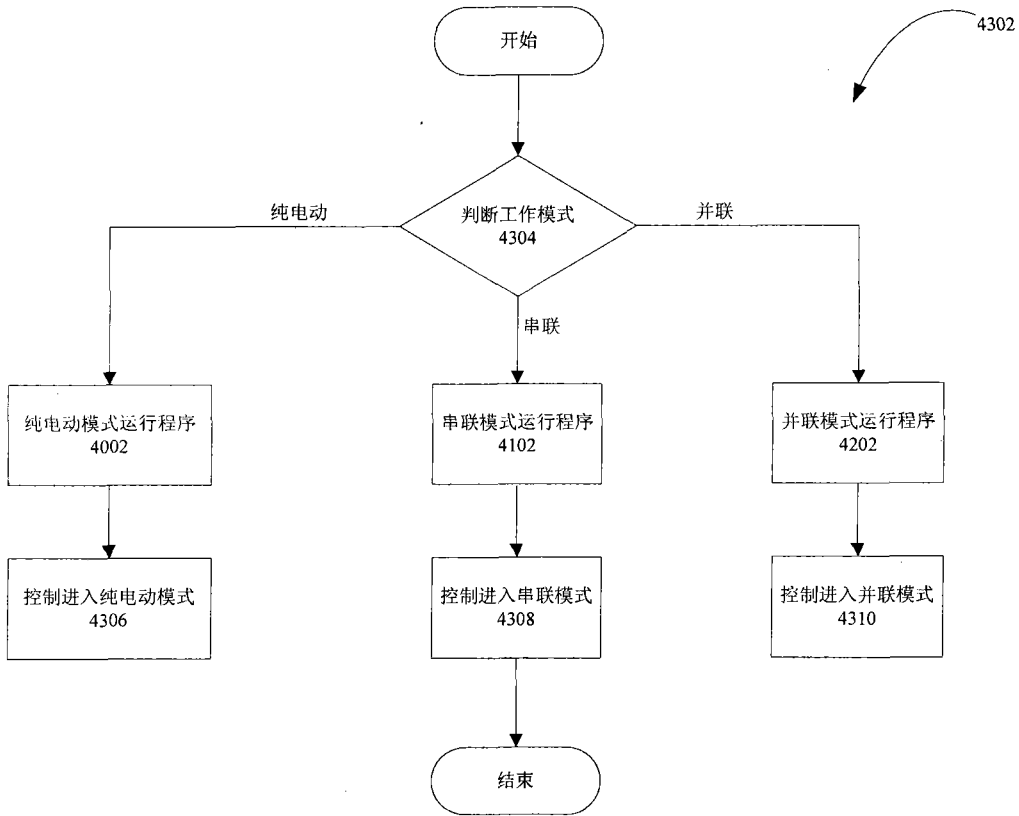


图 43

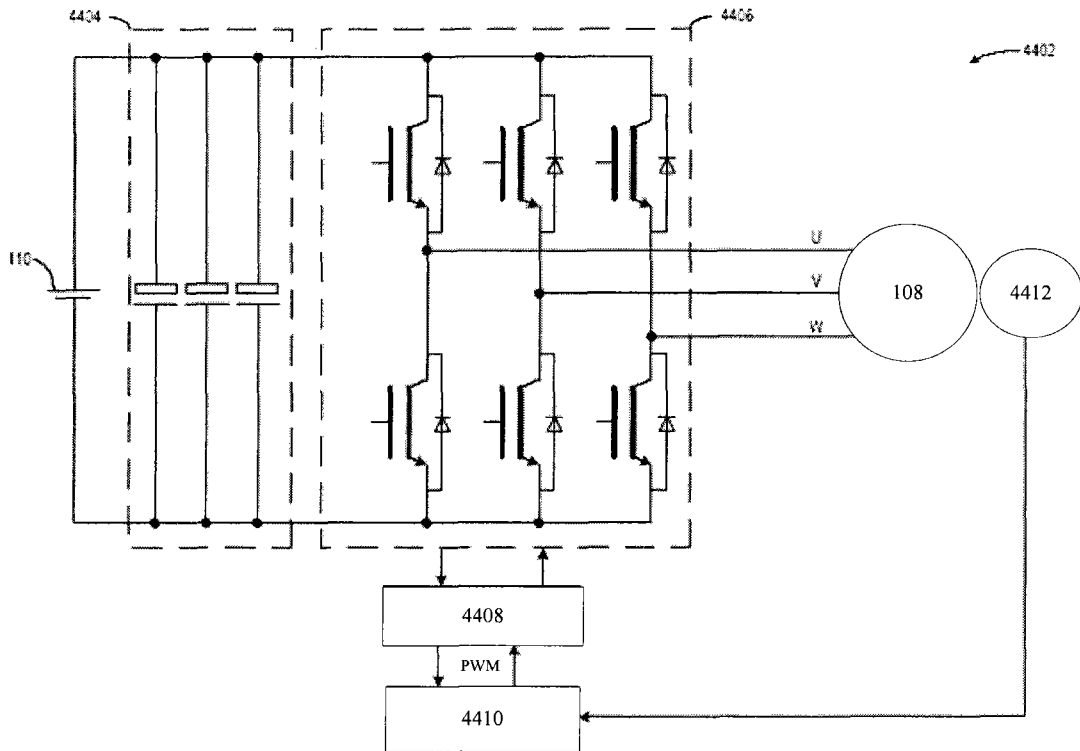


图 44