(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101687506 B
(45)授权公告日 2013.07.31

(21)申请号 200880010344.3
(22)申请日 2008.01.23
(30)优先权数据
11/671,656 2007.02.06 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.09.28
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2008/051787 2008.01.23
(87)PCT申请的公布数据
WO2008/097715 EN 2008.08.14
(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 阿吉思·K·库玛
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 封新琴
(51)Int.Cl.
*B60W 20/00*(2007.10)
*B60K 6/46*(2007.10)
(56)对比文件
EP 1331716 A1,2003.07.30,
CN 1636784 A,2005.07.13,
WO 2005/097573 A2,2005.10.20,
US 2002/0174796 A1,2002.11.28,
审查员 于岩

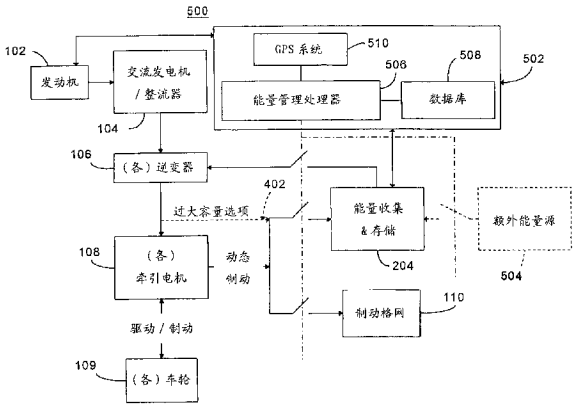
权利要求书4页 说明书26页 附图28页

(54)发明名称

混合式能量动力管理系统和方法

(57)摘要

设置一种用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统。所述能量管理系统包括：能量管理处理器，确定沿着所述预定道路的每个位置的动力存储参数、动力传递参数和发动机传递参数，用于在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型消耗的总燃料。能量存储系统存储来自于牵引总线的电能作为动力存储参数的函数并且选择性地将第二电力从所存储的电能供给至牵引总线作为动力传递参数的函数。所述发动机通过响应于所述发动机传传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个而在沿着所述预定道路的每个位置处将所述主电力选择性地供给至所述牵引总线。




CN 101687506 B

1. 一种用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，所述车辆包括以至少一个燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，由发动机驱动以提供主电力的动力转换器，连接至所述动力转换器并且承载所述主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的牵引驱动，所述能量管理系统包括：

能量管理处理器，确定沿着所述预定道路的每个位置的发动机传递参数，用于在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型消耗的总燃料；

所述发动机响应于所述能量管理处理器，从而通过响应于所述发动机传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个而在沿着所述预定道路的每个位置处将所述主电力选择性地供给至所述牵引总线。

2. 根据权利要求 1 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述牵引驱动具有一驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力，从而推进所述预定道路上的混合式能量非公路车辆，所述牵引驱动具有动态制动的操作模式，其中，所述牵引驱动产生动态制动电能，所述能量管理系统还包括：

能量存储系统，连接至所述牵引总线并且响应于所述能量管理处理器，所述能量存储系统选择性地存储来自于所述牵引总线的电能，作为动力存储参数的函数，并且选择性地将来自于所述存储电能的第二电力供给至所述牵引总线，作为所述动力传递参数的函数，其中，所述牵引驱动响应于所述第二电力；

其中，所述能量管理处理器还相应于沿着所述预定道路的每个位置确定动力存储参数和动力传递参数，从而在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型消耗的总燃料。

3. 根据权利要求 2 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中所述车辆包括非公路车辆、机车和海洋运输工具其中的一个，其中所述预定道路包括轨道和预定海洋行程其中的一个。

4. 根据权利要求 3 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，至少一个燃料箱中的所述多个燃料类型包括容纳在相应燃料箱中的所述多个燃料类型的每个。

5. 根据权利要求 3 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述多个燃料类型包括至少一个相应燃料箱中的至少一个燃料类型和至少一个相应燃料箱中的至少一个燃料类型混合物。

6. 根据权利要求 3 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述能量管理处理器根据所述多个燃料类型确定沿着所述预定道路的每个位置处的所述发动机传递参数和所述动力传递参数，其中，所述发动机传递参数选择性地识别所述多个燃料类型的至少一个燃料类型从而在沿着所述预定道路的每个位置处为所述发动机提供燃料。

7. 根据权利要求 6 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述能量管理处理器根据沿着所述轨道的每个位置的所述多个燃料类型的每个的至少一个燃料参数、确定相应于沿着所述预定道路的每个位置的所述发动机传递参数和所述动力传递参数。

8. 根据权利要求 7 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，

其中，在沿着所述预定道路的每个位置处的所述多个燃料的每个的每个燃料参数以沿着所述预定道路的每个位置处的所述机车的至少一个操作特性为基础。

9. 根据权利要求 8 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，还包括：

位置确定装置，向所述能量管理处理器提供沿着所述预定道路的每个位置；

数据库，包括相应于沿着所述预定道路的每个位置的轨道情况参数，所述轨道情况参数包括所述轨道的地形特性；所述数据库还包括相应于所述机车的所述至少一个操作特性的每个的预存储值的所述多个燃料的每个的每个燃料参数；

其中，所述能量管理处理器从所述数据库获取相应于沿着所述预定道路的每个位置的所述轨道情况参数，根据所述轨道情况参数确定每个位置处的所述机车的至少一个操作特性；以及其中所述能量管理处理器从所述数据库获取所述多个燃料的每个燃料参数，对应于每个位置的所述机车的确定的所述操作特性。

10. 根据权利要求 8 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述至少一个操作特性包括沿着所述预定道路的每个位置的推进所述机车的总体动力需求。

11. 根据权利要求 7 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，沿着所述预定道路的每个位置的所述多个燃料类型的每个的每个燃料参数以沿着所述预定道路的所述位置为基础。

12. 根据权利要求 11 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，还包括：

位置确定装置，将沿着所述预定道路的每个位置提供至所述能量管理处理器；

数据库，包括至少一个燃料参数限制，相应于沿着所述预定道路的每个位置的所述多个燃料类型的每个；

其中，所述能量管理处理器获取相应于沿着所述预定道路的每个位置的所述多个燃料类型的每个的所述燃料参数限制。

13. 根据权利要求 12 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述燃料参数限制包括排放限制、里程限制以及相应于沿着所述预定道路的每个位置处的所述多个燃料的每个的可用性限制。

14. 根据权利要求 11 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，在沿着所述预定道路的每个位置处的所述多个燃料类型的每个的每个燃料参数以沿着所述预定道路的所述位置处的环境状况为基础。

15. 根据权利要求 7 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，相应于沿着所述预定道路的每个位置处的所述多个燃料类型的每个的每个发动机传递参数以所述相应燃料箱中的每个燃料类型的相应体积为基础。

16. 根据权利要求 7 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述燃料参数是燃料效率，所述燃料参数约束包括所述预定道路上的排放输出约束。

17. 根据权利要求 16 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述能量管理处理器选择性地确定所述多个燃料类型的至少一个燃料类型，从而

为所述发动机提供燃料，使得所述发动机为所述牵引总线提供所述主电力，以最小化所述预定道路上的每个燃料类型的消耗的所述总燃料。

18. 根据权利要求 3 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述能量管理处理器确定动力存储参数，作为轨道情况参数的函数。

19. 根据权利要求 18 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，还包括提供所述轨道情况参数的数据库，其中所述轨道情况参数包括所述轨道的地形特性。

20. 根据权利要求 19 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理系统，其中，所述地形特性是轨道梯度、轨道曲率、轨道高度、与轨道相关联的速度限制或者与轨道相关联的隧道。

21. 一种用于机车的能量管理系统，所述机车具有以相应燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，由发动机驱动以提供主电力的动力转换器，连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的至少一个牵引驱动，所述至少一个牵引驱动具有一驱动模式，其中，所述牵引驱动响应于所述主电力从而推进轨道上的机车，所述至少一个牵引驱动具有动态制动的操作模式，其中所述牵引驱动产生动态制动电能，所述能量管理系统包括：

能量管理处理器，确定动力存储参数、动力传递参数以及发动机传递参数，从而满足沿着轨道推进所述机车的总动力需求；以及

能量存储系统，连接至所述牵引总线并且响应于所述能量管理处理器，所述能量存储系统选择性地存储来自于牵引总线的电能，作为动力存储参数的函数，并且选择性地将第二电力从所存储的电能供给至所述牵引总线，作为所述动力传递参数的函数，其中，所述至少一个牵引电机响应于所述第二电力；

所述发动机通过响应于所述发动机传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个、选择性地将所述主电力提供至牵引总线。

22. 根据权利要求 21 所述的用于机车的能量管理系统，其中，所述能量管理处理器根据所述多个燃料类型确定所述发动机传递参数。

23. 根据权利要求 22 所述的用于机车的能量管理系统，其中，所述发动机传递参数基于所述多个燃料的每个的至少一个燃料参数，其中每个燃料类型的所述燃料参数以所述机车的至少一个操作特性为基础。

24. 根据权利要求 23 所述的用于机车的能量管理系统，其中，所述至少一个操作特性包括用于推进所述机车所需的所述总动力、包括外部温度的机车环境状态和机车速度其中的一个。

25. 一种用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理的方法，所述车辆包括以至少一个燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，由发动机驱动以提供主电力的动力转换器，连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的牵引驱动，所述能量管理的方法包括：

将能量存储系统连接至所述牵引总线和能量管理处理器；

使得所述能量管理处理器确定相应于沿着所述预定道路的每个位置处的动力存储参数、动力传递参数和发动机传递参数，从而在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化

预定道路期间的所有燃料类型的消耗的总燃料；

将来自于所述牵引总线的电能选择性地存储在所述能量存储系统中，作为所述动力存储参数的函数；

将第二电力从所述能量存储系统选择性地供给至所述牵引总线，作为所述动力传递参数的函数；以及

通过响应于所述发动机传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个而选择性地在沿着所述预定道路的每个位置处将所述主电力从发动机供给至所述牵引总线。

26. 根据权利要求 25 所述的用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理的方法，其中所述车辆包括非公路车辆、机车和海洋运输工具其中的一个，其中所述预定道路包括轨道和预定海洋路程其中的一个。

# 混合式能量动力管理系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是2003年3月3日提交的美国申请No.10/378,431的继续部分申请，要求2001年12月26日提交的美国申请No.10/033,172（目前为美国专利No.6,615,118，授权于2003年9月2日）以及2001年3月27日提交的美国临时申请No.60/278,975的优先权。

## 技术领域

[0003] 本申请总体涉及与大型非公路车辆诸如机车相结合使用的能量管理系统和方法。尤其地，本发明涉及一种用于管理由机车和采用牵引电机驱动的其他大型非公路车辆产生的电能的存储和传递的系统和方法，诸如动态制动能量或过大原动机/牵引机车(prime mover)动力。

## 背景技术

[0004] 图1A是示例性现有技术机车100的方框图。尤其地，图1A总体示出典型的现有技术柴油-电动机车，诸如AC6000或AC4400，都来自于GeneralElectric Transportation Systems。如图1A所示，机车100包括驱动交流发电机/整流器104的柴油发动机102。如现有技术中大体所知的，交流发电机/整流器104向逆变器106提供DC电能，逆变器106将AC电能转化为适于由安装在卡车上的主发动机壳下方的牵引电机108使用。一种常见的机车构造包括每个轴设置一个逆变器/牵引电机对。这种构造导致在每个卡车中设置三个逆变器，每个机车设置六个逆变器和牵引电机。图1A为方便起见示出单独一个的逆变器106。

[0005] 严格地说，逆变器将DC能转换为AC能。整流器将AC能转换为DC能。术语转换器有时也用于指代逆变器和整流器。采用这种方式提供的电能可称为原动机电能（或者主电能），交流发电机/整流器104可称为原动机能量的源。在典型的AC柴油-电动机车应用中，来自于交流发电机的AC电能首先被整流（转化为DC）。经整流的AC之后被逆变（例如，使用动力电子设备，诸如绝缘门双极性晶体管(IGBTs)或者晶闸管，作为脉冲宽度调制器），从而提供用于相应牵引电机108的适当形式的AC动力。

[0006] 如本领域所理解的那样，牵引电机108提供牵引动力以向移动机车100和连接至机车100的其他任何车辆。这种牵引机车108可以是AC或DC电动机。当使用DC牵引电机时，交流发电机的输出一般被整流成提供适当的DC电力。当使用AC牵引电机时，交流发电机输出一般被整流为DC，之后被逆变为三相AC，然后再供给至牵引电机108。

[0007] 牵引电机108也提供制动力从而控制速度或者减慢机车100的速度。这通常称为动态制动或动力制动，并且在本领域能够理解。简单说，当牵引电机不需要提供促进力时，牵引电机可重新配置成（经由动力切换装置）使得电机作为发电机进行操作。这样配置，牵引电机产生电能，这一电能具有减慢机车的速度的作用。在现有技术机车中，诸如图1A所示的机车，在动力制动模式下产生的能量一般传递至安装在机车壳体上的电阻栅格

(grid)110。因此,动力制动能量转化为热量并且从该系统消散掉。换句话说,在动力制动模式下产生的电能一般被浪费掉。

[0008] 应当指出的是,在典型的现有技术 DC 机车中,动力制动栅格连接至牵引电机。但是,在典型的现有技术 AC 机车中,动力制动栅格连接至 DC 牵引总线,因为每个牵引电机都借助相关联的逆变器正常地连接至该总线(参见图 1B)。图 1A 总体性地示出具有多个牵引电机的 AC 机车;为简便起见,示出单独一个逆变器。

[0009] 图 1B 示出典型的现有技术 AC 机车的电子示意图。现有技术中已知,在这种机车中采用至少两个动力供给系统。第一系统包括向牵引电机提供动力的原动机动力系统。第二系统为所谓的辅助电子系统(或简单地,辅助系统)提供动力。在图 1B 中,柴油发动机(参见图 1A)驱动原动机动力源 104(例如,交流发电机和整流器),以及任何辅助发电机(未示出),用于提供动力至各种辅助电子子系统,诸如照明、空调 / 加热,风机驱动,辐射器风扇驱动,控制电池充电器,场激励器等。该辅助动力系统也可从单独的轴从动发电机接收动力。辅助动力也可从原动机电源 104 的牵引交流发电机获取。

[0010] 原动机电源 104 的输出连接至 DC 总线 122,其将 DC 动力提供至牵引电机子系统 124A-124F。DC 总线 122 也可称为牵引总线,因为其承载由牵引电机子系统使用的动力。如上所述,典型的现有技术柴油 - 电动机车包括四个或六个牵引电机。在图 1B 中,每个牵引电机子系统包括逆变器(例如,逆变器 106A)和对应的牵引电机(例如,牵引电机 108A)。

[0011] 在制动期间,由牵引电机产生的动力通过动力制动栅格子系统 110 消散。如图 1A 所示,典型的现有技术动力制动栅格包括多个接触器(例如,DB 1-DB5),用于在 DC 总线 122 的正轨和负轨之间转换多个动力电阻元件。每个竖直组的电阻器可称为串。一个或多个动力栅格冷却风机(例如,BL1 和 BL2)通常用于移除由于动力制动产生于串中的热量。

[0012] 如上所示,现有技术机车一般会浪费从动力制动产生的能量。尚未得到满意的方式来对这种能量进行有生产价值的使用。例如,回收热能以备后续用于驱动蒸汽机的系统需要能够加热和存储大量的水。这种系统并不适于回收能量从而推进机车本身。另一系统尝试与电解槽相结合地使用由牵引电机产生的能量,从而产生用作辅助燃料源的氢气气体。这种系统的劣势包括氢气气体的安全存放以及需要承载用于电解过程的水。其他现有技术系统根本不能重新收集动力制动能量,而是选择性地接合当相关联车辆沿下坡行驶时进行操作的专用发电机。这种系统不令人满意的原因之一是因为其不能重新收集现有的制动能量。

[0013] 因此,需要一种能量管理系统和方法,控制何时收集和存储能量,以及何时还原这种能量以备后续使用。另外,需要将这种能量管理系统与以多种类型燃料操作的机车相结合,并且类似地管理从发动机输出的可调节动力。

## 发明内容

[0014] 本发明的一个方面涉及一种用于混合式能量柴油电动机车系统的能量管理系统。该机车系统包括具有发动机的机车。动力转换器由发动机驱动并且提供主电力。牵引总线连接至所述动力转换器并且承载所述主电力。牵引驱动连接至所述牵引总线。所述牵引驱动具有一驱动模式,在该模式下,所述牵引驱动响应于所述主电力,从而推进所述预定道路上的机车,所述牵引驱动具有动态制动的操作模式,其中,所述牵引驱动产生动态制动电

能。所述能量管理系统包括能量管理处理器。所述能量管理处理器确定动力存储参数和动力传递参数。所述能量存储系统响应于所述能量管理处理器。所述能量存储系统选择性地存储电能作为动力存储参数的函数。该能量存储系统选择性地将第二电力从存储在其中的电能提供第二电力，作为动力传递参数。

[0015] 本发明的另一方面涉及一种用于混合式能量非公路车辆的能量管理系统。该非公路车辆包括原动机发动机和由原动机发动机驱动以提供主电力的动力转换器。牵引总线连接至所述动力转换器并且承载所述主电力。牵引驱动连接至所述牵引总线。所述牵引驱动具有一驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力，从而推进所述预定道路上的机车，所述牵引驱动具有动态制动的操作模式，其中，所述牵引驱动产生动态制动电能。所述能量管理系统包括能量管理处理器。所述能量管理处理器确定动力存储参数和动力传递参数。存储系统响应于所述能量管理处理器。所述能量存储系统选择性地存储电能作为动力存储参数的函数。该能量存储系统选择性地将第二电力从存储在其中的电能提供第二电力，作为动力传递参数。

[0016] 本发明的另一方面涉及一种用于接合地用于混合式能量柴油电动机车系统的能量管理方法。该机车系统包括具有发动机的机车。动力转换器由发动机驱动并且提供主电力。牵引总线连接至所述动力转换器并且承载所述主电力。牵引驱动连接至所述牵引总线。所述牵引驱动具有一驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力，从而推进轨道上的机车，所述牵引驱动具有动态制动的操作模式，其中，所述牵引驱动产生动态制动电能。所述能量管理方法包括确定动力存储参数和确定动力传递参数。所述能量存储系统存储电能作为所确定的动力存储参数的函数。第二动力从存储在能量存储装置中的电能提供，作为所确定的动力传递参数的函数。

[0017] 本发明的另一方面涉及一种用于推进性是在已知道路上的非公路车辆的混合式能量系统。该系统包括发动机。动力转换器由发动机驱动并且提供主电力。牵引电机系统接收主电力。该牵引电机系统响应于所接收的主电力推进非公路车辆。所述牵引电机系统具有产生电能的动态制动操作模式。动力存储系统收集在动态制动模式下由牵引电机系统产生的电能，并且将一部分收集到的电能传递至牵引电机系统从而增大主电力。能量管理系统控制所述能量存储系统。所述能量管理系统确定动力存储参数和动力传递参数。所述能量管理系统通过能量存储系统控制电能的收集，作为能量存储参数的函数。该能量管理系统通过能量存储系统控制所收集电能的一部分，作为动力传递参数的函数。

[0018] 本发明的另一方面涉及与行驶过已知道路的混合式能量非道路车辆相结合地使用的能量管理系统。该混合式能力非公路车辆包括发动机。动力转换器由发动机驱动并且提供主电力。该牵引电机系统接收主电力。该牵引电机系统响应于所接收的主电力推进非公路车辆。该牵引电机系统具有产生动态制动电力的动态制动的操作模式。能量存储系统选择性地存储动态制动模式下由牵引电机系统产生的动态制动电力的一部分。该能量存储系统选择地供给从存储在其中的动态制动电力的一部分获取的第二电力。该能量管理系统包括能量管理处理器。该能量管理处理器确定动力存储参数和动力传递参数。该能量管理处理器通过能量存储系统控制动态制动电力的存储，作为动力存储参数的函数。该能量管理处理器控制来自于能量存储系统的第二动力的供给，作为动力传递参数的函数。

[0019] 本发明的另一方面涉及用于行驶在预定道路上的混合式能量非公路车辆的能量

管理系统。该非公路车辆包括以至少一个燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，以及由发动机驱动并提供主电力的动力转换器。该非公路车辆包括连接至所述动力转换器并且承载所述主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的牵引驱动。该牵引驱动具有驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力以推进预定道路上的混合式能量非公路车辆。另外地，该牵引驱动具有动态制动操作模式，其中所述牵引驱动产生动态制动电能。该能量管理系统包括能量管理处理器从而确定动力存储参数、动力传递参数和动力传递参数。该能量管理处理器确定沿着所述预定道路的每个位置的发动机传递参数，用于在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型消耗的总燃料。该能量管理系统还包括连接至牵引总线并且响应于所述能量管理处理器的能量存储系统。该能量存储系统选择性地存储来自于所述牵引总线的电能作为动力存储参数的函数并且选择性地将第二电力从所存储的电能供给至牵引总线作为动力传递参数。该牵引驱动响应于第二电力。该能量管理处理器还包括发动机，所述发动机响应于所述能量管理处理器，从而通过响应于所述发动机传传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个、而在沿着所述预定道路的每个位置处将所述主电力选择性地供给至所述牵引总线。

[0020] 本发明的另一方面涉及用于机车的能量管理系统。该机车系统包括机车，该机车包括以相应燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，以及由提供主电力的发动机驱动的动力转换器。该机车包括连接至所述动力转换器并且承载所述主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的至少一个牵引驱动。该牵引驱动具有驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力以推进轨道上的机车。每个牵引驱动类似地具有动态制动操作模式，其中所述牵引驱动产生动态制动电能。该能量管理系统包括能量管理处理器从而确定动力存储参数、动力传递参数和动力传递参数，以满足沿着轨道推进机车的总动力需求。该能量管理系统还包括连接至牵引总线的能量存储系统，并且响应于所述能量管理处理器。该能量存储系统选择性地存储来自于所述牵引总线的电能作为动力存储参数并且将第二电力从所存储的电能供给至牵引总线作为电力传递参数的函数。每个牵引电机响应于第二电力。该能量管理系统还包括发动机，所述发动机通过响应于所述发动机传传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个、而选择性地将主电力供给至牵引总线。

[0021] 本发明的另一方面涉及一种用于行驶在预定道路上的混合式能量非公路车辆的能量管理方法。该非公路车辆包括以至少一个燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机以及由发动机驱动并提供主电力的动力转换器。该非公路车辆还包括连接至所述动力转换器并且承载所述主电力的牵引总线，和连接至牵引总线的牵引驱动。该牵引驱动具有一驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主电力，从而推进预定道路上的混合式能量非公路车辆。该牵引驱动类似地具有动态制动操作模式，其中，牵引驱动产生动力制动电能。用于能量管理的方法包括将能量存储系统连接至牵引总线和能量管理处理器，以及使得能量管理处理器确定沿着预定道路的每个位置的动力存储参数、动力传递参数和发动机传递参数，用于在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型消耗的总燃料。该方法还包括将来自于牵引总线的电能存储在能量存储系统中作为动力存储参数的函数，并且选择性地将第二电力从所存储的电能供给至牵引总线作为动力传递参数。该方法还包括通过响应于所述发动机传传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个、而在沿着所述预定道路的每个位置处将所述主电力选择性地供给至所述牵引总

线。

[0022] 本发明的另一方面涉及包含相应于用于行驶在预定道路上的混合式能量车辆的能量管理的方法的程序指令的计算机可读取介质。该非公路车辆包括以至少一个燃料箱中的多个燃料类型操作的发动机，由发动机驱动并提供主电力的动力转换器。该非公路车辆还包括连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线，连接至所述牵引总线的牵引驱动。所述牵引驱动具有一驱动模式，在该模式下，所述牵引驱动响应于所述主动力从而在所述预定道路上推进所述混合式能量车辆。所述牵引具有动态制动的操作模式，其中，所述牵引驱动产生动态制动电能。用于能量管理的方法包括将能量存储系统连接至所述牵引总线和能量管理处理器。该计算机可读取介质包括一计算机程序代码，使得所述能量管理处理器确定相应于沿着所述预定道路的每个位置处的动力存储参数、动力传递参数和发动机传递参数，从而在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的每个燃料类型的消耗的总燃料。该计算机可读取介质还包括一计算机程序代码，将来自于所述牵引总线的电能选择性地存储在所述能量存储系统中，作为所述动力存储参数的函数该计算机可读取介质还包括一计算机程序代码，选择性地将第二电力从所述能量存储系统供给至所述牵引总线，作为所述动力传递参数的函数。该计算机可读取介质还包括一计算机程序代码，通过响应于所述发动机传传递参数选择性地使用所述多个燃料类型其中的至少一个而在所述预定道路的每个位置处选择性地将所述主电力从发动机供给至牵引总线。

## 附图说明

[0023] 图 1A 是现有技术柴油 - 电动机车的方框图。

[0024] 图 1B 是现有技术 AC 柴油 - 电动机车的电子示意图。

[0025] 图 2 是具有分离能量补给车辆的混合式能量机车系统的一项实施例的方框图。

[0026] 图 3 是具有用于为能量存储系统充电的第二发动机的混合式能量机车系统的一项实施例的方框图，包括与能量补给车辆相关联的能量存储系统。

[0027] 图 4 是示出适于与混合式能量机车系统相结合地使用的能量存储和产生系统的一项优选实施例的方框图。

[0028] 图 5 是示出适用于混合式能量机车系统的能量存储和产生系统的方框图，包括用于控制能量的存储和还原的能量管理系统。

[0029] 图 6A-6D 是示出用于控制能量的存储和再生包括动力制动能量的能量管理系统的一项实施例的时间分布图。

[0030] 图 7A-7D 是示出用于控制能量的存储和还原包括动力制动能量的能量管理系统的另一实施例的时间分布图。

[0031] 图 8A-8E 是示出用于控制能量的存储和还原包括动力制动能量的能量管理系统的另一实施例的时间分布图。

[0032] 图 9A-9G 是示出适于与混合式能量非公路车辆诸如柴油 - 电动机车相结合地使用的电动系统的若干实施例的电子示意图。

[0033] 图 10A-10C 是示出适于与混合式能量非公路车辆诸如柴油 - 电动机车相结合地使用的电动系统的其他实施例的电子示意图。

[0034] 图 11 是示出连接电子存储元件的一种优选方式的电子示意图。

[0035] 图 12 是示出操作混合式能量机车系统的一种方法的流程图。

[0036] 图 13 是具有分离能量补给车辆的混合式能量机车系统的一项实施例的方框图。

[0037] 图 14 是示出适用于混合式能量机车系统的能量存储和产生系统的方框图，包括用于控制能量的存储和还原的能量管理系统。

[0038] 图 15 是示出操作混合式能量机车系统的一种方法的流程图。

[0039] 在整个附图中，对应的附图标记和指示一般示出对应的部件。

## 具体实施方式

[0040] 图 2 是混合式能量机车系统 200 的一项实施例的方框图。在这一实施例中，混合式能量机车系统优选地包括能量补给 (tender) 车辆 202，用于收集和还原在机车牵引电机以动力制动模式操作时产生的动力制动电能的至少一部分。能量补给车辆 202 构造成以编组的配置连接至机车，并且包括能量收集和存储系统 204（有时称为能量存储介质或能量存储）。应当理解的是，通常以编组的配置使用两个或多个机车，图 2 为简便起见示出单独一个机车。

[0041] 在一项实施例中，能够收集和存储系统 204 选择性地接收在动力制动操作模式期间产生的电能并且将其存储以备后续还原和使用。在备选实施例中或者在接收和存储动力制动能量以外，能量收集和存储系统 204 也可构造成从其他源接收和存储能量。例如，来自于发动机 102 的过多原动机动力可被传递和存储。类似地，当两个或多个机车以编组形式操作时，来自于其中一个机车的过多能量可在能量收集和存储系统 204 中被传递和存储。同样，可使用分离的能量产生器（例如，柴油发电机）来将充电电压（例如，恒定充电电压）供给至能量收集和存储系统。另一充电源是可选的车外充电源 220。例如，能量收集和存储系统 204 可由外部源充电，诸如列车场或路边站处的电池充电器。

[0042] 能量收集和存储系统 204 优选地包括至少一个下列存储子系统，用于存储动力制动模式期间产生的电能：电池子系统，飞轮子系统以及超电容器子系统。其他存储子系统也可以使用。超电容器可以从 Maxwell Technologies 得到。这些存储子系统可以分离使用或者结合使用。当结合使用时，这些存储子系统可提供协同作用益处，这种协同作用益处无法使用单独一个能量存储子系统实现。例如，飞轮子系统一般相对快速地存储能量，但是可相对地限制在其总体能量存储容量内。另一方面，电池子系统通常相对缓慢地存储能量，但是可构造成提供相对大的总体存储容量。因此，飞轮子系统可与电池子系统相结合，其中，飞轮子系统收集无法被电池子系统及时收集的动态制动能量。因此存储在飞轮子系统中的能量之后用于为电池充电。因此，总体的收集和存储能力优选地被延伸超过单独操作的飞轮子系统或电池子系统的极限。这种协同作用可扩展至其他存储子系统的组合，诸如电池和超电容器的组合，其中，超电容器提供峰值需求。

[0043] 应当指出的是，在这一点，当使用飞轮子系统时，多个飞轮优选地布置成限制或消除每个飞轮可能对机车和载荷车辆产生的回转运动影响。例如，多个飞轮可基于六轴线进行布置从而极大地减小或者消除回转运动影响。但是，应当理解的是，这里对飞轮的指代囊括单独一个飞轮或多个飞轮。

[0044] 再次参照图 2，能量收集和存储系统 204 不仅收集和存储产生于机车动力制动模式下的能量，而且也提供已存储的能量来辅助机车动力（即，辅助和 / 或代替原动机动力）。

例如，能量补给车辆 202 可选地包括安装在卡车上并支承能量补给车辆 202 的多个能量补给牵引电机 208。存储在能量收集和存储系统 204 中的电能可选择性地（例如，经由线 210）供给至能量补给牵引电机 208。因此，在需求增加的期间，能量补给牵引电机 208 增加了由机车牵引电机 108 提供的牵引力。又例如，在可能存储来自于动力制动的更多能量时（例如，能量存储系统 204 被充电至最大值），效率方面的考虑可能建议能量补给牵引电机 208 也增加机车牵引电机 108。

[0045] 应当理解的是，当能量收集和存储系统 204 驱动能量补给牵引电机 208 时，可能需要额外的电路。例如，如果能量收集和存储系统 204 包括存储并且提供 DC 电压的电池，那么一个或多个逆变器驱动可用于转换 DC 电压为适于由能量补给牵引电机 208 使用的形式。这种驱动优选地在操作方面类似于与主机车相关的驱动。

[0046] 除了（或者另外）使用存储在能量收集和存储系统 204 中的电能以向分离的能量补给牵引电机 208 提供动力之外，这种已存储的能量也可用于增大供给至机车牵引电机 108 的电力（例如，经由线 212）。

[0047] 也可采用其他构造。例如，机车本身可构造成（例如，在制造期间或者作为改装程序的一部分）成收集、存储并且还原过多的电能，诸如动力制动能量或过大的电机能量。在另一实施例中，机车可由独立操作的补给车辆代替。在另一实施例中，类似于图 2 所示的实施例，只使用分离的能量补给车辆来进行能量收集、存储和还原——该补给不包括选择性的牵引电机 208。在另一实施例中，分离的补给车辆替换为位于连接至机车的载荷单元中的一些或所有上的能量收集和存储子系统。这种载荷单元可选择性地包括分离的牵引电机。在每个前述实施例中，能量收集和存储子系统可包括前述子系统其中的一个或多个。

[0048] 当使用分离的能量补给车辆（例如，能量补给车辆 202）时，补给车辆 202 和机车优选地电结合（例如，经由线 212），使得来自于机车牵引电机和 / 或可选的能量补给牵引电机 208 的动力制动能量存储在补给车上的能量存储装置中。在牵引操作期间，所存储的能量选择性地用于推进机车牵引电机 108 和 / 或补给车辆 202 的选择性牵引电机 208。类似地，当机车发动机产生的能量多于驱动所需的能量时，可将过大的原动机动力存储在能量收集和存储系统 202 中以备后续使用。

[0049] 如果发动机补给车辆 202 没有电性连接至机车（除了标准控制信号），那么补给车辆上的牵引电机 208 也可以自主的形式使用从而提供动力制动能量以存储在能量收集和存储系统 204 中以备后续使用。这种结构的一个优势是补给车辆 202 可连接至多种机车，采用几乎任何编组。

[0050] 应当理解的是，当能量补给牵引电机 208 以动力制动模式操作时，可能具有各种原因来反对将动力制动能量存储在能量收集和存储系统 204 中（例如，已经存储满）。因此，优选地，这种动态制动能量中的一些或者所有由与能量补给车辆 202 相关联的栅格消散掉（未示出），或者传送至机车格网 110（例如，经由线 212）。

[0051] 图 2 的实施例将在可能的操作实例方面进行进一步的说明。应当理解的是，这一操作性实例并没有限制本发明的实施例。机车系统 200 配置在一个编组中，包括机车（例如，图 1 的机车 100），能量补给车辆 202 以及至少一个载荷车辆。机车可以是例如 AC 柴油 - 电动机车。用于该机车的牵引动力由多个机车牵引电机 108 提供。在一项优选实施例中，该机车具有六个轴，每个轴包括分离的机车牵引电机，每个牵引电机是 AC 牵引电机。该

机车包括驱动电子能量系统的柴油发动机102。更具体地，柴油发动机驱动包括原动机电力源（有时称为牵引动力或主动力）的交流发电机/整流器。在这一特定实施例中，原动机电源是DC电源，其转化为AC电源以供牵引电机使用。更具体地说，一个或多个逆变器（例如，逆变器106）接收原动机电力并且选择性地将AC电力供给至多个机车牵引电机108从而推进该机车。因此，机车牵引电机108响应于原动机电力而推进该机车。

[0052] 多个机车牵引电机108的每个可以优选地以至少两个操作模式操作，驱动模式和动力制动模式。在驱动模式下，机车牵引马达108接收电力（例如，经由逆变器接收原动机的电力）从而推进该机车。如上面其他地方所述，当以动力制动模式操作时，牵引电机产生电力。在图2的实施例中，能量补给车辆202构造成选择性地收集和存储动力制动操作期间由牵引电机产生的电力的一部分。这是通过能量收集和存储系统204实现的。所收集和存储的电力选择性地用于提供第二电源。这一第二电源可用于选择性地辅助或者替换原动机电源（例如，帮助驱动一个或多个机车牵引马达108）和/或驱动一个或多个能量补给牵引电机208。在后一情况下，能量补给牵引电机208和机车牵引马达108相互配合从而推进该编组。

[0053] 有利地，能量收集和存储系统204可存储动力制动能量，而不与主机车产生任何动力传递连接。换句话说，能量收集和存储系统204可在不具有连接诸如线212的情况下被充电。这是通过操作机车发动机102从而向机车牵引马达108提供驱动动力同时以动力制动模式操作补给车辆202而实现的。例如，机车发动机102可在相对高的档位设置下进行操作，同时补给车辆牵引电机208配置成进行动力制动。来自于动力制动过程的能量可用于充电能量收集和存储系统204。之后，所存储的能量可用于为能量补给牵引电机208提供动力从而提供额外的驱动动力至列车。这种结构的优势的其中之一是补给车辆202不论如何可设置在火车中。例如，在一项无线实施例中，补给车辆202提供其本身的本地动力（例如，为了控制或照明）并且在必要的情况下，经由无线连接而与火车中的其他车辆通信。空气制动连接也可能连接至补给车辆202。当然，诸如标准照明布线和控制布线的最小布线可选择性地导向至补给车辆202，如果需要的情况下。

[0054] 本领域已知的是，柴油-电动机车通常具有较大噪音，与发动机相关联的振动使得环境不适于列车操作人员。因此，在一项实施例中，补给车辆202被改进从而包括操作员舱，使得列车工程师能够从补给车相对舒服地操作该列车，而不是从机车。图2在补给车202的后端以附图标记230示意性地示出这一情况。

[0055] 图3是混合式能量机车系统300的另一实施例的方框图。这一实施例包括为能量补给车辆202充电的第二发动机车辆301。该第二发动机车辆301包括柴油发动机302，优选地小于主机车发动机102，但是根据类似的原理采用其他方式操作。例如，第二发动机车辆301包括交流发电机/整流器304（由第二发动机302驱动），一个或多个逆变器306以及多个制动格网310。在一项实施例中，第二发动机302以恒定的速度行驶从而提供相应于能量补给车辆202的恒定充电源（例如，200-400hp）。因此，当混合式能量机车系统如图3所示进行配置时，能量收集和存储系统204优选地经由线312从主机车（例如，动力制动能量）和第二发动机车辆301（例如，直接充电）其中的一个或二者接收充电能量。应当理解的是，虽然第二发动机车辆301如图所示为分离车辆，但是其也可被包括其中例如作为能量补给车辆202或者载荷车辆的组成部分。同样，动力制动发电机（例如，经由牵引电机

308）可选择地包括有第二发动机 301，由此提供额外的电源来存储在能量收集和存储系统 204 中。

[0056] 图 4 是示出一个优选能量存储和产生系统的哥哥方面的系统层次的方框图。尤其地，图 4 示出适于由混合式能量机车系统诸如混合式能量机车系统 200 或系统 300（图 2 和 3）使用的能量存储和产生系统 400。这种能量存储和产生系统 400 可实现为例如分离能量补给车辆（例如，图 2 和 3）的一部分和 / 或结合入机车中。

[0057] 如图 4 所示，柴油发动机 102 驱动原动机电源 104（例如，交流发电机 / 整流器转换器）。该原动机电源 104 优选地将 DC 电源供给至逆变器 106，提供三相 AC 电力至机车牵引马达 108。但是，应当理解，图 4 所示的系统 400 可被改进从而也与 DC 牵引电机进行操作。优选地，存在多个牵引电机（例如，每个轴一个），每个轴连接至多个机车轮。换句话说，每个机车牵引电机优选地包括连接至相关轴的可旋转轴，从而向车轮提供牵引动力。因此，每个机车牵引马达 108 提供必要的驱动力至相关联的多个机车车轮 109 以使得机车移动。

[0058] 当牵引电机 108 以动力制动模式操作时，所产生电力的至少一部分导向能量存储介质，诸如能量存储系统 204。直到能量存储 204 不能接收和 / 或存储所有动力制动能量的程度，过大的能量优选地导向至制动网格 110 以消散为热能。同样，在发动机 102 操作为提供多于驱动牵引电机 108 所需的能量的期间，过大的能量（也称为过大的原动机电力）可选择地存储在能量存储 204 中。因此，能量存储 204 可在当牵引电机 108 以动力制动模式操作时之外的时间充电。本发明的这一方面通过虚线 402 示出在图 4 中。

[0059] 图 4 的能量存储 204 优选地构造成选择性地增加提供至牵引电机 108 的动力，或者选择性地，为与分离能量补给车辆（参见上面图 2）或者载荷车辆相关联的分离牵引电机提供动力。这种动力可称为第二电源并且从存储在能量存储 204 中的电能获取。因此，图 4 所示的系统 400 适于与具有车上能量存储介质的机车和 / 或分离的能量补给车辆相结合地使用。

[0060] 图 5 是示出能量存储和产生系统 500 的一项优选实施例的各个方面的方框图，适用于混合式能量机车系统。该系统 500 包括用于控制能量的存储和还原的能量管理系统 502。但是，应当理解的是，图 5 所示的能量管理系统 502 也适用于其他的沿着相对良好定义的道路行驶的大型非公路车辆。这种车辆包括例如大型挖掘机、挖掘卸料卡车等。进一步例如，这种大型挖掘卸料卡车可采用驱动车轮，诸如采用 GE150AC.TM. 驱动系统的 GEB23.TM.AC 驱动轮（二者可从本发明的受让人处得到）。因此，虽然图 5 相对于机车系统总体地示出，但是这里所示的能量管理系统 500 并不认为是限制为机车的应用。

[0061] 再次参照图 5 所示的示例性实施例，系统 500 优选地以与图 4 的系统 400 的大体相同的方式操作；能量管理系统 502 提供额外的智能控制功能。图 5 也示出优选地由能量管理系统 502 控制的选择性能量源 504。选择性的能量源 504 可以是第二发动机（例如，图 3 所示的充电发动机或者编组中的另一机车）或者完全分离的电源（例如，诸如电池充电器的路边电源），用于为能量存储 204 充电。在一项实施例中，这种分离的充电器包括用于在停车时为与分离能量补给车辆（例如，图 2 的车辆 202）相关联的能量存储介质充电的电源站，或者在补给车辆移动时为能量存储介质充电的系统。在一项优选实施例中，选择性的能量源 504 连接至牵引总线（图 5 中未示出），其也承载来自于原动机电源 104 的主电源。

[0062] 如所示的，能量管理系统 502 优选地包括能量管理处理器 506，数据库 508 和位置

识别系统 510，诸如全球定位卫星系统接收器 (GPS)510。该能量管理处理器 506 经由位置识别系统 510 确定当前和预期的列车位置信息。在一项实施例中，能量管理处理器 506 使用这一位置信息来定位数据库 508 中关于当前和 / 或预期轨道地形和轮廓状态的数据，有时称为轨道情况信息。这种轨道情况信息可以包括例如轨道梯度，轨道高度（例如，平均海平面以上的高度），轨道弯道数据，隧道信息，速度限制信息等。应当理解的是，这种数据库信息可由多种源提供，这些源包括 ：与处理器 510 相关联的车载数据库，提供来自于中心源的信息的通信系统（例如，无线通信系统），（各）手动操作员输入，经由一个或多个路边信号装置，这些源的组合等。最后，其他车辆信息诸如，车辆的尺寸和重量，与原动机相关联的电源容量，效率等级，当前和预期速度，当前和预期电载荷等也可包括在数据库中（或者实时地或者接近实时地提供）并且由能量管理处理器 506 使用。应当理解，在备选实施例中，能量管理系统 502 可配置成确定能量存储并且以静态方式传递与能量存储 204 相关联的需求。例如，能量管理处理器 506 可采用上述信息的任何信息重新编程，或者可使用基于过去操作经验的查询表（例如，当车辆到达特定点时，基本上总是有必要存储额外的能量从而满足即将到来的要求）。

[0063] 能量管理处理器 506 优选地使用当前和 / 或即将到来的轨道情况信息，以及车辆状态信息，从而确定动力存储和动力传送需求。能量管理处理器 506 也根据当前和未来的轨道情况信息确定可能的能量存储机会。例如，根据轨道轮廓信息，能量管理处理器 506 可确定完全使用所有的存储能量是更高效的，即使当前需求较低，因为动力制动区域即将到来（或者因为列车晚点并且尝试正点到达）。采用这种方式，能量管理系统 502 通过在遇到下一充电区域之前补偿所存储的能量而改善效率。又例如，能量管理处理器 506 可确定不使用所存储的能量，虽然当前有需求，但是要考虑是否会到来更多的需求。有利地，能量管理系统 502 也可用于与发动机控制器交互。同样，如图 5 所示，能量存储 204 可配置成提供与能量管理系统 502 的智能控制接口。

[0064] 在操作中，能量管理处理器 506 确定动力存储需求和动力传送需求。能量存储 204 响应于动力存储要求而存储电能。能量存储 204 响应于动力传递需求提供第二电能（例如，到达与逆变器 106 相连接的牵引总线从而辅助驱动）。第二电源从存储在能量存储 204 中的电能获取。

[0065] 如上所述，能量管理处理器 506 优选地部分地根据表示当前和 / 或预期轨道地形特征的情况参数确定动力存储需求。能量管理处理器 506 也可确定动力存储需求作为从原动机电源 104 获得的主电力的量的函数。类似地，能量管理处理器 506 可将动力存储需求确定为推进该机车系统所需的主电力的当前或预期量的函数。

[0066] 同样，当确定能量存储需求时，能量管理处理器 506 优选地考虑与能量存储 204 相关的各种参数。例如，能量存储 204 将具有表示可存储在其中的能量值和 / 或以及可在任何给定时间传递至能量存储 204 的能量值的存储容量。另一类似参数涉及能量存储 204 所具有的在特定时间传送的第二电能的量。

[0067] 如上所述，系统 500 优选地包括为能量存储 204 充电的多个源。这些源包括动力制动动力，过多的原动机电源以及外部充电电源。优选地，能量管理处理器 506 确定这些源中的哪个应当为能量存储 204 充电。在一项实施例中，当前或预期动力制动能量用于为能量存储 204 充电，如果这种动力制动能量存在的话。如果动力制动能量不存在，那么过多的

原动机电力或者外部充电电力用于为能量存储 204 充电。

[0068] 在图 5 的实施例中，能量管理处理器 506 优选地将动力传递需求确定为动力需求的函数。换句话说，能量存储 204 优选地不供给第二电源，除非牵引电机 108 在动力消耗模式下操作（即，驱动模式，与动力制动模式相对）。在一种形式下，能量管理处理器 506 允许能量存储 204 将第二电源供给至逆变器 106，直到 (a) 动力需求终止或者 (b) 能量存储 204 完全耗尽。但是，采用另一形式，能量管理处理器 506 考虑预期动力需求并且控制来自于能量存储 204 的第二电源的供给，使得足够的保留动力存在于能量存储 204 中以在峰值需求期间增加原动机电源。这可称为“预判”能量管理计划。

[0069] 在预判能量管理计划中，能量管理处理器 506 优选地考虑各种当前和 / 或预期的轨道情况参数，诸如上面所讨论过的。另外，能量管理处理器也可考虑能量存储 204 中存储的能量的值，预期充电机会，以及对于将第二电能从能量存储 204 传递至逆变器 106 的能力的任何限制。

[0070] 图 6A-D、7A-D 和 8A-E 以图形的形式示出能量管理系统的三个不同实施例的各个方面，适用于混合式能量车辆，可实现在诸如图 5 的系统 500 的系统中。应当理解的是，这些图是示例性的目的，在本发明的有益作用下，其他变形也是可行的。应当理解的是，这些附图中所示的值是有利于详细的说明的并且不应当理解为限制的含义。应当进一步的理解的是，虽然这些附图中所示的实例涉及机车和列车，但是这里所标识的能量管理系统和方法可实现在经过已知道路的大量的大型非公路车辆中，并且通常能够存储操作这种车辆期间产生的电能。这种非公路车辆包括使用 DC 和 AC 牵引电机驱动并且具有动力制动 / 延迟能力的车辆。

[0071] 在每组图中存在四个类似的图表（图 6A-D，图 7A-D 以及图 8A-D）。每组中的第一个图表（即，图 6A，7A 和 8A）示出驱动和制动二者所需的动力。因此，第一图表以图形的方式描述车辆所需的动力的量。竖直轴线上的正值表示驱动动力（马力）；负值表示动态制动动力。应当理解的是，驱动动力可来源于原动机（例如，机车中的柴油发动机），或者来自于存储的能量（例如分离的能量补给车辆或机车中的能量存储介质），或者来自于原动机和所存储的能量的组合。动力制动能量可在能量存储介质中消散或存储。

[0072] 所有图表中的水平轴线表示以分钟计算的时间。给定数字组中的每个图表的时间基础是相同的。但是，应当理解的是，其他参考基准也是可以的。

[0073] 每组图（即，图 6B，7B 和 8B）中的第二图表反应理论动力存储和消耗。正值表示如果在能量存储介质中存在动力那么可被抽取以辅助驱动的动力的量。负值表示如果存储空间保留在能量存储介质中那么可存储在介质中的动力的量。可被存储或抽取的动力的量部分是给定车辆构造的存储能力和转换器的函数。例如，能量存储介质将具有特定最大 / 有限能力。此外，存储介质能够接收或提供能量的速度也是受到限制的（例如，一般来说电池的充电慢于飞轮装置）。其他变量也会影响能量存储。这些变量包括例如环境温度，任何互联缆线的尺寸和长度，用于电池充电的 DC 至 DC 转换器的电流和电压限制，飞轮驱动的逆变器的动力等级，电池的充电和放电等级，或者飞轮驱动的马达 / 轴限值。第二图表假定在给定时间传送至能量存储介质或从能量存储介质传递来的最大动力量为 500h. p. 。而且，应当理解的是，这一 500h. p. 限制被包括为示例性的目的。因此，在任何给定系统中的正和负限制可作为环境条件，能量存储介质的状态和类型，所使用的能量转换设备的类型和限制

等的函数进行变化。

[0074] 每组图中的第三图表（即，图 6C，7C 和 8C）描述与能量存储介质相关联的动力传递。尤其地，第三图表示出相对于时间来说传递至能量存储介质以及从能量存储介质传递出的实际动力。第三图表反应由于用于存储的动力造成的限制，由于能量存储介质的充电 / 存储的当前状态造成的限制（例如，飞轮的速度，超电容器中的电压，电池电量等）。

[0075] 每组图中的第四图表（即，图 6D，7D 和 8D）描述所存储的实际能量。尤其地，第四图示出在任何特定时间中存储在能量存储介质中的能量。

[0076] 首先参照图 6A-D，这些图反应在动力制动期间以最大可能率存储能量直到能量存储介质完全充满的能量管理系统。在这一实施例中，在动态制动期间所有的能量都传递至存储介质。换句话说，在图 6A-D 所示的实施例中，没有能量从驱动期间存在的过大原动机动力传递至能量存储介质，或者从其他能量源。类似地，能量被排出，达到最大率，不论是否存在驱动需求（局限于并且不超过实际需求），直到能量存储介质被完全排放 / 放空。图 6A-6D 假定能量存储介质在时间 0 完全排放 / 放空。

[0077] 现在具体参照图 6A，如上所述，这里标识的示例性曲线示出用于驱动和动态制动所需的（所使用的）动力。动力的正单位反映驱动动力何时施加至车轮（例如，一个或多个牵引电机是驱动机车轮）。动力的负单位反应由动态制动产生的动力。

[0078] 图 6B 是反应动力传递极限的示例性曲线。正值反应所存储的将要用于辅助产生驱动力的能量的值，如果这种能量存在的话。负单位反应如果能量存储介质能够接收所存在的所有电荷，那么能够存储在能量存储介质中的动态制动能量的值。在图 6B 的实例中，在任何给定时间可用于存储的能量如图所示限制为 500 个单位（例如，马力）。如上所述，各种因素限定可被收集和传递的动力的量。因此，从大约 0 至 30 分钟，机车需要小于 500h.p。如果存在所存储的能量，那么可用于提供所有的驱动动力。从大约 30 分钟到大约 65 或 70 分钟，机车需要超过 500h.p。因此，如果存在存储能量，那么可提供一些（例如，500h.p.），但是并不是所有的驱动动力。从大约 70 分钟到大约 75 分钟左右，机车处于动态制动模式并且产生小于 500h.p. 的动态制动能量。因此，如果介质保持足够的容量来存储能量，那么高达 500h.p. 的能量可传递至能量存储介质。在大约 75 分钟，动态制动过程产生超过 500h.p.。因为动力传递限制，仅高达 500h.p. 可传递至能量存储介质（再次，假定存储能量仍然如此）；过多的能量可消散在制动网格中。应当理解的是，图 6B 不反应传递至能量存储介质或者从能量存储介质传递出的实际能量。那一信息描述在图 6C 中。

[0079] 图 6C 反应在任何给定时刻传递至能量存储介质 / 传递离开能量存储介质的动力。这里所示的实例假定能量存储介质在时刻 0 完全为空。因此，该系统此时不能传递任何来自于存储的能量。在第一时间段 A（从大概 0-70 分钟），车辆正在驱动（参见图 6A）并且没有动力传递进入或离开能量存储。在第一时间段 A 的结束时，并且对于之后的大约 30 分钟，车辆进入动态制动相位（参见图 6A）。在这一时间期间，来自于动态制动过程的动力可进行存储（参见图 6B）。

[0080] 在第二时间段 B（从大概 70-80 分钟），动态制动能量以最大率（例如，500 个单位）传递至能量存储介质，直到存储已满。在这一时间段内，没有驱动需求来消耗所存储的能量。之后，在第三时间段 C（从大概 80-105 分钟），存储满。因此，即使车辆仍然处于动态制动模式或者正在滑行（参见图 6A），也没有能量在时间段 C 期间传递至能量存储介质或者

传递离开能量存储介质。

[0081] 在第四时间段（从大概 105-120 分钟），车辆重新开始驱动。因为能量存在于能量存储介质中，所以能量从存储中抽取并且用于辅助驱动过程。因此，该曲线示出能量正在第四时间段 D 从能量存储介质抽取。

[0082] 在大概 120 分钟，驱动相停止，之后立刻，另一动态制动相开始。这一动态制动相反应第五时间段 E 的开始，该时间段持续大概 125-145 分钟。如可通过在第五时间段 E 期间观察曲线所理解的那样，当动态制动相结束时，能量存储介质没有被完全充电。

[0083] 在马上到达 150 分钟点之前，第六时间段 F 开始，其持续大概 150-170 分钟。在这一时间段以及之后（参见图 6A），车辆正在驱动。从大概 150-170 分钟，能量从能量存储介质传递从而辅助该驱动过程。但是，在大概 170 分钟，能量存储完全消耗掉。因此，从大概 170-200 分钟（采样窗口结束），没有能量传递进入或者离开能量存储介质。

[0084] 图 6D 示出存储在反应于图 6A-D 所述的示例性实施例的能量存储介质的能量。回想一下，在本实例中，能量存储介质假定为在时刻 0 完全清空 / 排放。也回想一下，本实例假定能量管理系统仅存储来自于动态制动的能量。从大概 0-70 分钟，车辆驱动并且没有能量传送进入或离开能量存储介质。从大概 70-80 分钟左右，来自于动态制动的能量传递至能量存储介质，直到其完全满。在大概 105 分钟，车辆开始另一驱动相位，能量从能量存储介质抽出，直到大约 120 分钟。在大约 125 分钟，来自于动态制动的能量再次在另一动态制动相位期间被传递至能量存储介质。在大约 145 分钟左右，动态制动相位结束，并且存储停止。在大约 150 分钟，能量从能量存储介质抽出从而辅助驱动，直到所有的能量已经在大概 170 分钟耗尽。

[0085] 图 7A-D 对应于包括“预判”或预期需求功能的能量管理系统。这一系统不同于图 6A-D 所反映的系统，其仅仅在其能够的时候存储动态制动能量，并且使用所存储的能量辅助驱动，不论这种存储能量何时存在。由图 7A-D 的示例性曲线所反映的该能量管理系统预期原动机何时不能产生完整需要的需求，或者何时原动机产生完整所需需求的效率较低。如这里其他地方所讨论的，该能量管理系统可根据例如已知的当前位置，当前能量需求，预期的未来轨道地形，预期的未来能量需求，当前能量存储能力，预期的能量存储机会等等考虑来做出这种判定。因此，图 7A-D 所描述的能量管理系统优选地防止能量存储介质被消耗低于满足未来需求所需的确定最小水平。

[0086] 又例如，图 7A-D 所描述的系统假设在具有 4000h.p 的“原动机极限”的发动机的机车上。这一限制对于各种因素来说都是存在的。例如，最大的额定输出可以是 4000h.p.，或者操作效率考虑可能倾向于不在 4000h.p. 以上操作该发动机。但是，应当理解的是，系统和数字意在仅仅表示示例性实施例，并且如这里所体现的有利于详细地说明适用于非公路混合式能量车辆的能量管理系统的各个方面，诸如图 2 所示的机车系统。

[0087] 现在参照图 7A，这里所示的示例性曲线描述驱动（正）和制动（负）所需的动力。在大概 180 分钟，驱动需求超过 4000h.p.。因此，在那一时刻的总需求超过相应于发动机的 4000h.p. 操作约束。但是，图 7A-D 所反映的“预判”能量管理系统预期到这一即将到来的需求并且确保从能量存储介质获得充分的第二动力从而满足能量需求。

[0088] 使得能量管理系统实现这一点的一种方式是预判（周期性地或连续地）即将到来的轨道 / 道路轮廓（例如，倾斜 / 下降，倾斜 / 下降的长度等），在给定的时间段内（也称为

预判窗口）。在图 7A-D 所示的实例中，能量管理系统预判 200 分钟，然后向回计算能量要求 / 需求。该系统判定，对于在 180 分钟开始的短暂时间段，发动机将需要超过优选极限的更多能量。

[0089] 图 7B 类似于图 6B。但是，图 7B 也示出能量存储介质在时刻 0 时为空这一事实，因此，不会从能量存储介质传递能量，除非并且直到其被充电。图 7B 也反映预判能力。

[0090] 将图 6A-D 与图 7A-D 相比，明显得出这里分别示出的系统的区别所在。虽然所需的动力在两个实例（参见图 6A 和 7A）中是相同的，但是在图 7A-D 中所反映的系统防止在 180 分钟时在预期需求之前能量存储介质完全排放。因此，可从图 7C 和 7D 所示，在 180 分钟点之前，该系统简要地停止传递所存储的能量来辅助驱动，即使额外存储的能量仍然存在。在大约 180 分钟开始，该额外的能量之后被传递从而当能量需求超过 4000h. p. 时辅助原动机。因此，该系统有效地保留所存储的能量中的一些，从而满足即将到来的超过原动机的理想极限的需求。

[0091] 应当理解的是，能量存储介质中存在的能量可用于辅助驱动与原动机相关联的牵引电机，或者也可用于驱动分离的牵引电机（例如，在补给车或载荷车上）。在本公开内容的有益效果下，能量管理系统可适合各种构造。

[0092] 图 8A-E 反映能量管理系统的另一实施例的有关方面，适于与非公路混合式能量车辆结合地使用。图 8A-E 所反映的系统包括存储来自于动态制动和原动机（或者另一充电发动机，诸如示出于图 3）的能量的功能。例如，给定发动机可以最高效地以给定动力设置（例如，4000h. p.）操作。因此，可更高效地在特定时间以 4000h. p. 操作该发动机，即使当实际驱动需求落入该水平以下时。在这种情况下，过多的能量可传递至能量存储介质。

[0093] 因此，将图 8A-D 与图 6A-D 和 7A-D 相比，这里分别描述的系统之间的区别变得明显。具体地参见图 8A 和 8D，从大约 0-70 分钟，驱动需求（图 8A）小于示例性的优化 4000h. p. 设置。如果需要，发动机可在这一时间内以 4000h. p. 运行，能量存储介质可被充电。但是，如图所示，能量管理系统根据即将到来的轨道轮廓和预期的动态制定时间段，确定即将到来的动态制动过程将能够完全充电该能量存储介质。换句话说，在这一时间段中，不必要以 4000h. p. 操作发动机以及将过多的能量存储在能量存储介质中，因为即将到来的动态制动相将提供足够的能量从而完全地为所述存储介质充电。应当指出的是，该系统也可采用其它方式设计。例如，采用另一构造，该系统也需要为该存储介质充电，不论何时出现过多能量。

[0094] 在大概 180 分钟，动力需求将超过 4000h. p.。因此，在那一时间之前不长的时间（虽然驱动需求小于 4000h. p.），该发动机可以 4000h. p. 操作，过多的能量用于为能量存储介质充电从而确保具有足够的能量在 180 分钟满足该需求。因此，不同于图 6D 和 7D 所反映的系统，图 8D 所反映的系统提供，在 180 分钟之前的短时间段，能量从原动机传递至能量存储介质，即使车辆正在驱动（未制动）。

[0095] 图 8E 示出能量管理系统能够实现预判功能从而控制能量存储以及在预期到未来需求时传递的一种方式。图 8E 假定该系统具有 200 分钟的预判窗口。这种预判窗口被选择为有利于解释本系统并且不应当理解为限制的含义。在窗口的结束时开始 (200 分钟），该系统在任何给定时间点确定动力 / 能量需求。如果所判定的需求超过原动机的能力或极限，那么该系统继续向回并且判定可存储能量的机会，提前于所判定的过多的需求期间，并

且确保足够的能量在这种机会期间被存储。

[0096] 虽然图 6A-D,7A-D 和 8A-E 已经分别描述,但是应当理解,这里反映的系统可实现为单独一个的能量管理系统。此外,上述预判能量存储和传递功能可动态的实现或者预先地实现。例如,采用一种形式,能量管理系统(参见图 5)被编程从而实时地或者接近实时地将车辆的当前位置与即将到来的轨道/道路特征进行比较。根据这种动态判定,处理器然后判定如何最好地管理与该车辆相关联的能量收集和存储能力,采用的方式类似于上述参照图 7A-D 和 8A-E 所示的方式。采用另一形式,这一判定预先进行。例如,非公路车辆计划电脑可用于根据已知道路信息和计划的条件诸如车速、天气状况等的数据库来计划路线并且判定能量存储和传递机会。这种预计划数据之后可由能量管理系统使用从而管理能量收集和存储过程。预判计划也可根据路程区段或整个路程而实现。

[0097] 应当进一步理解的是,这里所述的能量管理系统和方法可采用多种车辆构造而实现。例如,这种系统和方法可实现为具有分离能量补给车辆的机车,容纳能量收集和存储介质。作为另一实例,这里所描述的能量管理系统和方法可应用在具有分离能量补给车辆的机车,采用其本身的牵引电机。又例如,在这里描述的该能量管理系统和方法可实现为非公路车辆的一部分,诸如机车,其中能量存储介质包括为车辆本身的一部分。其他可能的实施例和组合应当根据本公开内容而理解并且不需要额外详细地在这里引用。

[0098] 图 9A-9G 是示出电子系统的若干不同实施例的电子示意图,适用于与混合式能量机车相结合。尤其地,这些附图中所示出的示例性实施例涉及一种混合式能量柴油 - 电动机车系统。应当理解的是,图 9A-9G 所示的实施例可以结合为多种构造,包括那些这里已经讨论的(例如,具有分离能量补给车辆的机车,具有独立自主混合式能量系统的机车,自主补给车辆等)。

[0099] 图 9A 示出机车电子系统的电子示意图,具有能量收集和存储介质,适用于与这里公开的系统和方法的各个方面相结合。图 9A 所示的特定能量存储元件包括电池存储 902。电池存储 902 优选地直接地跨过牵引总线 (DC 总线 122) 进行连接。在这一示例性实施例中,辅助动力驱动 904 也直接地跨过 DC 总线 122 连接。用于辅助设备的电能从 DC 总线 122 获取,而不是分离的总线。

[0100] 应当理解的是,除了电池存储902,可采用超过一种类型的能量存储元件。例如,选择性的飞轮存储元件 906 也可与电池存储 902 并行地连接。图 9A 所示的飞轮存储 906 优选地由 AC 电机或发电机提供动力,其经由逆变器或转换器连接至 DC 总线 122。其他存储元件,诸如电容器存储装置(包括超电容器)和其他电池存储(未示出)也可连接跨过 DC 总线并且使用断路和/或转换器等进行控制。应当理解的是,虽然电池存储 902 示意性地示出为单一电池,但是可同样地采用多个电池或电池组。

[0101] 在操作中,电能存储元件(例如,电池存储 902 和/或任何选择性能量存储元件诸如飞轮 906) 在动态制动操作期间被直接地充电。回想一下,在动态制动期间,一个或多个牵引电机子系统(例如,124A-124F) 操作为发电机并且提供承载在 DC 总线 122 上的动态制动电力。因此,承载在 DC 总线 122 上的动态制动电力的所有或一部分可存储在能量存储元件中,因为该总线上存在的动力超过需求。当发动机正在驱动时,电池(以及任何其他选择性存储元件)被允许排放并且提供能量至 DC 总线 122,其可用于辅助驱动牵引电机。由该存储元件提供的这一能量可称为第二电力。有利地,因为辅助设备也由相同的总线在这一

构造中驱动，所以提供从 DC 总线 122 直接获取动力的能力（或者使动力返回至总线 122）。这有助于最小化动力转化阶段的数量以及由于转化损失带来的相关联低效率。其也降低成本和复杂性。

[0102] 应当理解的是，制动网格可仍然用于消散在动态制动操作期间产生的动态制动电力的所有或一部分。例如，能量管理系统优选地与图 9A 所示的系统结合地使用。这一能量管理系统配置成控制下述功能其中的一个或多个：能量存储；使用所存储的能量；以及使用制动网格消散能量。还应当理解的是，电池存储（和 / 或任何其他选择性存储元件）可选择地配置成存储牵引总线上存在的过多原动机电力。

[0103] 本领域技术人员应当理解，特定的情况阻止当机车和 / 或列车需要移动时的柴油发动机的操作。例如，发动机可能不是可操作的。又例如，各种规则和考虑可防止发动机在建筑物，场站，维护设置或者隧道中操作。在这种情况下，列车使用存储的电池电力移动。有利地，这里公开的各种混合式能量机车构造允许使用存储的电力进行直接的电池摇动 (jog) 操作。例如，图 9A 的电池存储 902 可用于电池摇动操作。此外，电池摇动操作的在先概念表示短距离上的相对短时间段。这里公开的各种构造允许相应于更长时间段和更长距离的摇动操作。

[0104] 图 9B 示出图 9A 的系统的变化方案。图 9A 与 9B 之间的主要差别在于图 9B 所示的系统包括断路 (chopper) 电路 DBC1 和 DBC2，与制动网格串联连接。断路电路 DBC1 和 DBC2 允许通过网格良好地控制动力消散，因此提供对存储元件诸如电池存储 902 的更大的控制。在一项实施例中，断路电路 DBC1 和 DBC2 由能量管理系统控制（参见图 5）。也应当理解的是，断路电路 DBC1 和 DBC2，以及添加至电路的任何选择性存储装置（例如，飞轮存储 906），也可用于控制瞬时动力。

[0105] 在图 9A 的构造中，动态制动接触器（例如，DB1，DB2）一般地仅以离散的增量控制该动态制动网格。因此，流入该网格的动力也采用离散的增量（假定固定的 DC 电压）。例如，如果每个离散增量是 1000h. p.，那么电池存储能力是 2000h. p.，并且所返回的制动能量是 2500h. p.，该电池不能接收所有的制动能量。如此，一串网格用于消散 1000h. p.，留下 1500h. p. 存储在电池中。通过添加断路 DBC1，DBC2，在每个网格串中消散的动力能够被更紧密地控制，由此将更多的能量存储在电池中并且改善效率。在前述实例中，断路 DBC1 和 DBC2 可以补充 50％工作循环进行操作，使得制动能量的仅仅 500h. p. 消散在网格中，200h. p. 存储在电池中。

[0106] 图 9C 是机车电子系统的电子示意图，示出用于实现能量存储介质的另一结构。对比于图 9A 和 9B 所示的系统，图 9C 的电池存储 902 借助 DC 至 DC 转换器 910 连接至 DC 总线 122。这种结构在 DC 总线 122 电压和电池存储 902 的电压额定之间适应较大程度的变化。多个电池和 / 或 DC 存储元件（例如，电容器）可采用类似的方式连接。类似地，断路控制，诸如图 9B 所示的那样可实现为图 9C 的构造的一部分。应当进一步理解的是，DC 至 DC 转换器 910 可经由能量管理处理器控制（参见图 5），作为能量管理系统和过程的一部分，控制能量存储介质中的能量的存储和还原。

[0107] 在操作中，承载在 DC 总线 122 上的电能设置在第一能量级（例如，第一电压级）。DC 至 DC 转化器 910 电性连接至 DC 总线 122。DC 至 DC 转换器 910 接收第一能量级的电力并且将其转化为第二能量级（例如，第二电压级）。采用这种方式，存储在电池存储 902 中

的电力以第二动力级供给。应当理解的是，DC 总线 122 上的电压级以及经由 DC 至 DC 转换器 910 供给至电池存储 902 的电压也可处于相同的动力级。但是，设置 DC 至 DC 转换器 910 可适应这些相应动力级之间的变化。

[0108] 图 9D 是类似于图 9C 所示的系统的机车电子系统的电子示意图。这些系统之间的一个差别在于，图 9D 中反映的辅助动力子系统 904 经由一对 DC 至 DC 转换器 912 和 914 连接至 DC 总线 122。这一结构提供允许使用现有低压辅助装置和 / 或具有低绝缘的电机驱动的优势。另一方面，采用这一构造，辅助装置动力横跨两个动力转换级。应当理解的是，虽然图 9D 示出辅助设备来一直消耗能量 - 不进行还原 - 双方向 DC 至 DC 转换器也可使用在需要采用辅助设备还原能量的构造中（参见，例如图 9G）。这些 DC 至 DC 转换器 912 和 914 优选地经由能量管理系统控制，该系统控制能量存储介质中能量的存储和还原。

[0109] 图 9E 以电子示意形式示出能量存储介质的另一构造。但是，不同于图 9A-9D 所示的实例，图 9E 的构造包括分离的 DC 电池总线 922。分离的电池总线 922 通过 DC 至 DC 转换器 920（也称为双级转换器）与主 DC 总线 122（牵引总线）电绝缘。因此，牵引总线 (DC 总线 122)，能量存储元件，以及辅助元件之间的能量流优选地通过双方向 DC 至 DC 转换器 920。在图 9E 的结构中，任何额外的存储元件（例如，飞轮，电容器等）优选地跨过 DC 电池总线 922 连接，而不是跨过主 DC 总线 122。DC 至 DC 转换器 920 可经由能量管理系统控制，该系统控制能量存储介质中能量的存储和还原。

[0110] 图 9F 示出图 9E 的构造的变化实例。在图 9F 的构造中，除了电池 906 之外，使用的任何可变电压存储元件（例如，电容器，飞轮等）直接地跨过主 DC 总线 122 连接（牵引总线）。但是，电池 906 保持跨过隔离的 DC 电池总线 922 连接。有利地，在这一结构中，DC 至 DC 转换器 920 匹配电池存储 902 的电压级，但是避免相应于可变电压存储元件的大量动力的两个转换。类似于其他构造，图 9F 的结构可与能量管理系统相结合地实现，其监视并且控制能量存储介质中的能量的存储和还原。

[0111] 图 9G 反映图 9F 的构造的变化方案，其中仅有辅助设备通过两级转换器 920 连接至分离的辅助总线 930。因此，承载在 DC 总线 122 上的电力设置在第一能量级，承载在辅助设备总线 930 上的电力设置在第二能量级。第一和第二能量级可以是相同的，也可以不是相同的。

[0112] 图 10A-10C 是示出额外实施例的电子示意图，包括尤其适于改进现有 AC 柴油 - 电动机车从而根据本发明的各个方面进行操作的实施例。但是，应当理解的是，参照图 10A-10C 所示出和描述的构造并不局限于改装现有的柴油 - 电动机车。

[0113] 图 10A 示出图 9C 所示的实施例的变形方案。图 10A 的实施例仅适用电池存储装置并且不包括非电池存储，诸如选择性的飞轮存储 906。尤其地，图 10A 示出具有跨过 DC 总线 122 连接的转换器 1006（例如，DC 至 DC 转换器）的实施例。电池存储元件 1002 连接至转换器 1006。额外的转换器和电池存储元件可并行地添加至这一结构。例如，另一转换器 1008 可跨过 DC 总线 122 连接从而充电另一电池存储元件 1004。图 10A 的构造的其中一个优势是其有利于使用具有不同电压和 / 或充电等级的多重电池（或者电池组）。

[0114] 在特定实施例中，有利于动力在能量存储装置之间传递。图 10A 的结构，例如，允许经由 DC 总线 122 在电池 1002 与 1004 之间传递能量。例如，如果在驱动操作期间，发动机（原动机）供给 2000h.p. 的动力至 DC 牵引总线，那么牵引电机消耗 2000h.p. 并且电池

1002 将 100h.p. 供给至牵引总线（经由转换器 1006），超过的 100h.p. 有效地从电池 1002 传递至电池 1004（小于任何正常的损失）。

[0115] 图 10B 所示的构造类似于图 10A 所示的构造，除了其使用多个转换器（例如，转换器 1006，1008）连接至 DC 总线 122 来提供通用电池 1020（或者通用电池组）。图 10B 的构造的其中一个优势是其允许使用相对较小的转换器。当改装已经具有一个转换器的现有机车时，这尤其是有利的。这一构造的一个类似优势是其允许使用更高容量的电池。图 10B 的结构的另一优势是其允许进行特定的相位转换操作，由此减小电池中产生脉动电流并且允许使用更小的感应器（未示出）。例如，如果转换器 1006 和 1008 以 1000Hz 操作，那么 50％的工作循环和整个工作循环被选择成使得转换器 1006 开启同时转换器 1008 关闭，转换器作用仿佛是单独一个的转换器以 2000Hz 操作，这样允许使用更小的感应器。

[0116] 图 10C 是示出尤其良好地适于改装现有柴油－电动机车从而作为混合式能量机车进行操作的另一实施例的电子示意图。图 10C 的结构使用双组转换器 1006、1030 以及一个或多个电池 1020（具有相同或不同的电压级）。图 10C 所描述的系统的一项优势在于，电池 1020 可处于高于 DC 总线 122 的更高电压级。例如，如果图 10A 和 10B 所示的转换器 1006、1008 是典型的两个象限（quadrant）转换器，那么它们也将具有与其相关联的飞轮二极管（未示出）。如果电池 1002、1004 的电压（图 10A）或者 1020（图 10B）超过 DC 总线电压，那么电池可通过飞轮二极管放电。双转换器，诸如图 10C 中所示的，能够避免这一情况。这一功能的一个优势在于，DC 总线上的电压级可调制成独立地控制供给至动态制动网格的动力。

[0117] 图 11 是示出连接电子存储元件的一种优选方式的电子示意图。尤其地，图 11 示出可用于改装现有技术柴油－电动机车从而作为混合式能量机车进行操作的系统的电子示意图，或者用于在安装过程期间安装混合式能量系统作为原始设备的一部分。所示出的实施例假定具有六轴的 AC 柴油－电动列车。每个轴由单独一个的牵引电机子系统驱动。一个这种 AC 机车是 AC4400，可从本发明的受让人处得到。

[0118] 一般地，转换器／电机系统具有在大多数操作情况下存在的额外容量（例如，电容量）。这种额外功能可以是由于较低的实际环境条件，诸如与设计标准相比较的。例如，一些机车设计成以高达 60 摄氏度的环境温度进行操作，这远远高于典型的操作条件。除了热状况之外的考虑也可在明显的操作期间得到额外的容量。在典型的柴油－电动列车中，例如，对所有的牵引电机的使用仅仅是低速时以及当机车以粘合受限情况（恶劣的轨道状况）操作时所需的。在这种情况下，从动轴上的重量确定拉动动力／牵引动力。因此，所有的轴／电机需要被驱动从而获得最大的牵引力。如果列车在恶劣轨道条件（下雪或者打滑）期间装载沉重，那么这尤其是这样。这种状况一般仅在机车操作时间的一部分中存在。在大量的操作时间内，所有的牵引电机／逆变器并不是完全用于提供牵引力。因此，例如，当改装现有技术机车时，或者制造新型机车时，可利用牵引电机／逆变器的这一局部利用不足。

[0119] 具体例如，图 11 的实施例配置成使得六个牵引电机子系统其中的一个通过切换开关 1104 和多个感应器 1110 连接至能量存储元件 1102。更具体地，牵引电机子系统 124F 包括逆变器 106F 和牵引电机 1108F。这种结构适于改装现有技术柴油－电动机车的单独一个轴。应当理解的是，改装典型的现有技术柴油－电动机车需要添加动力转换设备和相关联的冷却装置。但是，用于安装改装设备的空间是大体受限的。因此，图 11 的“单轴”结构

的其中一个优势是其趋于最小化碰撞并且使得改装更加可行。但是，当混合式能量系统在制造期间安装为原始设备时，也可带来类似的优势。

[0120] 转换开关 1104 优选地包括三相接触器组或者一组电动触头（例如，汇流排），当需要所有轴时，其将逆变器 106F 连接至牵引电机 1108F，并且当需要电池充电或放电时将逆变器 106F 连接至感应器 1110 和电池 1102。因此，转换开关 1104 具有第一连接状态和第二连接状态。在第一连接状态下，转换开关 1104 将逆变器 106F 连接至牵引电机 1108F。在第二连接状态下，转换开关将逆变器 106F 连接至电池 1102。

[0121] 转换开关 1104 优选地受到开关控制器 1120 的控制。采用一种形式，开关控制器 1120 是手动操作人员控制开关，将转换开关 1104 设置入第一或第二连接状态。采用另一形式，开关控制器反映控制逻辑，该控制逻辑根据优选操作计划控制转换开关 1104 的连接状态。表 1（下文）表示一个这种优选操作计划。其他计划也是可行的。

[0122] 虽然图 11 示出电池 1102 与转换开关 1104 之间的三相连接，但是没有必要使用所有的三个相。例如，如果动力要求相对较低，那么可以只使用一个或两个相。类似地，三个分离的电池可独立地连接（每个相位一个），或者一个大电池可连接至两个相，相对较小的电池连接至第三相。此外，也可在具有不同电势和 / 或电容的多个电池之间传递动力。

[0123] 图 11 的结构在改装现有机车的情况下尤其有利，因为转换开关 1104 被认为是相对于添加额外的逆变器和 / 或 DC 至 DC 转换器来说便宜不少。但是，这种优势限制为改装的情况。同样，应当理解的是，图 11 的结构并不受限制于每个转换开关结构具有一个单独的逆变器。

[0124] 图 11 进一步示出可电性连接至 DC 牵引总线 122 的选择性充电源 1130。充电源 1130 可以是例如另一充电发动机（参见图 3），或者外部充电器，诸如结合图 5 所讨论的那样。

[0125] 图 11 的结构的总体操作将参照转换开关 1104 的连接状态进行描述。当转换开关 1104 处于第一开关状态时，第六轴选择性地用于提供额外的驱动或制动动力。在这一开关状态下，电池 1102 有效地断开，因此不会充电或放电。

[0126] 当不需要第六轴时，开关控制器 1120 优选地将转换开关 1104 设置在第二连接状态 - 电池 1102 连接至逆变器 106F。此时，如果其他牵引电机（牵引电机 108A）以动态制动模式操作，那么电能得以产生并且承载在 DC 牵引总线 122 上，如本文其他地方更详细地说明。逆变器 106F 将这一动态制动电能的一部分传递至电池 1102 以进行存储。另一方面，如果其他牵引电机以驱动模式操作，那么逆变器 106F 优选地将存储在电池 1102 中的任何电能传递至 DC 牵引总线 122 上，从而补充由原动机电源 104 供给的电能。这种从电池 1102 传递至 DC 牵引总线 122 的电能可称为第二电能。在一项优选实施例中，逆变器 106F 包括断路电路，用于控制将第二电能从电池 1102 传递至 DC 牵引总线 122。

[0127] 但是，应当理解的是，电池 1102 也可在其他牵引电机没有在动态制动模式下操作时充电。例如，当传递开关 1104 处于第二连接状态时（电池 1102 连接至逆变器 106F），电池被充电，如果由其他牵引电机抽出的动力的量小于承载在 DC 牵引总线 122 上的主电力的量，那么其他牵引电机正在驱动或空转。

[0128] 有利地，电池 1102 也可使用来自于选择性能量源 1130 的充电电能进行充电。如图 11 所示，选择性能量源 1130 优选地连接成使得其提供充电电力从而由 DC 牵引总线 122

承载。当选择性能量源 1130 被连接并且提供充电电力时，开关控制器 1120 优选地将传递开关 1104 设置在第二连接状态。在这一结构，逆变器 106F 将承载在 DC 牵引总线 122 上的一部分电力传递至电池 1102 以进行存储。这样，电池 1102 可从选择性能量源 1130 充电。

[0129] 总体而言，在图 11 的实施例中，当传递开关处于第二连接状态时，电池 1102 可充电自动态制动能量、过多的机车能量（即，当其他牵引电机抽取的动力小于承载在 DC 牵引总线 122 上的主电力的量），和 / 或选择性充电电源 1130 的充电电能。当传递开关 1104 处于第二连接状态并且其他牵引电机抽取的动力多于承载在 DC 牵引总线 122 上承载的主电力的量时，逆变器 106F 将第二电力从电池 1102 传递至 DC 牵引总线 122 从而补充主电力。当传递开关 1104 处于第一连接状态时，电池 1102 断开并且牵引电机 1108F 用于辅助驱动和 / 或动态制动。表 1 总结了图 11 的实施例的一组操作模式。

[0130] 表 1

[0131]

| 五轴 | 六轴 |
| --- | --- |
| 低速和低牵引力设置 | 电池 完全充电&动态制动 |
| 高速驱动 | 无电池充电&驱动电池放电&驱动 |
| | 非常更高速动态制动 |

[0132] 虽然图 11 示出采用电池形式的能量存储装置，但是其他能量存储装置，诸如飞轮系统或超电容器，也可采用来代替或者添加至电池 1102。此外，应当理解的是，图 11 的结构可以进行缩放。换句话说，该结构可应用至超过一个轴。

[0133] 图 12 是示出操作混合式能量机车系统的一种方法的流程图。所示出的该具体方法涉及包括机车车辆和能量补给车辆的系统。该机车包括柴油 - 电动原动机电源，将主电力提供至与该机车相关联的多个牵引电机系统。如这里其他地方所述的，该牵引电机系统响应于主电力以驱动模式操作机车。在这一具体实例中，能量补给也包括多个牵引电机系统（参见图 2）。该能量补给牵引电机系统可在驱动模式下和动态制动模式下操作。该能量补给车辆也包括用于收集当能量补给牵引电机以动态制动模式操作时产生的至少一部分电能的能量存储系统。

[0134] 在方框 1202 和 1204，主电能供给至机车牵引电机系统其中的一个或多个，由此使得该机车以驱动模式操作。当机车牵引电机系统以驱动模式操作时，可以动态制动模式操作一个或多个能量补给牵引电机系统，如方框 1206 所示。当然，能量补给牵引电机系统可在其他时间以动态制动模式操作，诸如当机车牵引电机系统以动态制动模式操作时。如方框 1208 和 1210 所示，当一个或多个能量补给牵引电机系统以动态制动模式操作时，电能产生。一些动态制动能量优选地存储在能量存储系统以备后续使用。例如，这种所存储的能量可转换并且供给为第二电能，从而由能量补给牵引电机系统使用从而辅助驱动，如方框 1212 所示。

[0135] 有利地，图 12 的方法允许将能量补给车辆定位在列车中的任何地方，因为能量补给车辆可从其本身的牵引电机系统收集动态制动能量。换句话说，能量收集系统不需要电性连接至机车从而存储能量以备后续使用。

[0136] 虽然前面的说明书常常指代 AC 柴油 - 电动机车系统来描述本公开内容的若干相

关方面，但是本发明的实施例不应当解释为限制为这种机车系统。例如，本发明的各个方面可采用由电动“第三轨道”或高架动力系统提供动力的“全电动”机车。此外，这里所描述的混合式能量机车系统和方法的各个方面可用于使用DC发电机而不是AC交流发电机以及其组合的柴油－电动机车。同样，这里所描述的混合式能量机车系统和方法并不局限于用于AC牵引电机。如这里其他地方所述的，这里公开的能量管理系统可与非机车的非公路车辆相结合地使用，例如大型挖掘机。

[0137] 如这里所能理解的，这里所描述的混合式能量系统和方法提供优于现有技术的明显优势。这种优势包括改善的燃料效率，增加的燃料范围以及减小的排放，诸如瞬时烟。其他优势包括通过设置相应于马力爆发的按需求动力源而改善的速度。这一系统也提供改善的隧道性能，诸如对隧道中的氧气和/或温度取消定额的抗扰性的改善。同样，优势还包括减小的噪音和振动状态，这对于工作在列车上的人员来说尤其是有益的。明显地，这里所描述的混合式能量机车系统也可适于由现有机车系统使用。

[0138] 图12和13示出能量管理系统500’，用于行驶于特定路段上的混合式能量非公路车辆103’。在示例性实施例中，混合式能量非公路车辆103’包括行驶在包括轨道的预定路段上的机车。因此，虽然图12-13示出机车，但是能量管理系统500’并不局限于机车。

[0139] 虽然本发明的示例性实施例参照轨道车辆进行说明，具体地说为具有柴油发动机的列车和机车，但是本发明的示例性实施例也可用于其他用途，诸如但不局限于非公路车辆，海洋船只以及固定单元，每个都使用柴油发动机。为了实现这一目的，当讨论具体任务时，这包括将被柴油动力系统执行的任务或需求。因此，相对于铁路，海洋或非公路车辆，这可指代该系统从当前位置移动到目的地。在固定的应用情况下，诸如但不局限于固定发电站或发电站的网络，特定的任务可指代为瓦数（例如，MW/hr）或者将由柴油动力系统满足的其他参数或需求。类似地，柴油燃料动力产生单元的操作条件可包括速度、载荷、燃料值、定时等其中的一个或多个。

[0140] 在包括海洋船只的一个示例性实例中，多个拖船可共同操作，其中，所有都移动相同的较大船只，其中，每个拖船都及时地连接从而实现移动较大船只的任务。在另一示例性实例中，单独一个海洋船只可具有多个发动机。非公路车辆(OHV)可包括一组车辆，具有相同的任务从地点A移动至地点B，每个OHV及时连接从而完成该任务。

[0141] 如图13所示，机车103’示意性地包括以多个燃料箱105’、107’中多个燃料类型操作的发动机102’。在图13所示的示例性实施例中，多个燃料类型包括在相应一个燃料箱105’中的一种燃料类型以及在相应燃料箱107’中的燃料类型混合物，诸如E-80。虽然每个燃料箱105’、107’可容纳相应的燃料类型，但是每个燃料箱都可类似地在沿着轨道的机车103’路径期间的不同时间容纳不同的燃料类型。为了识别哪种燃料类型在每个相应时间容纳在每个燃料箱105’，可将相应的传感器111’、113’连接至每个燃料箱。

[0142] 每个传感器111’、113’可用于识别不同时间的位于每个燃料箱105’、107’中的燃料类型。传感器111’、113’可包括传感器，根据提供至机车103’的信息识别每个燃料箱105’、107’中的燃料类型，包括手动传感器，来自于燃料源诸如铁路或相邻机车的电性传送燃料类型信息，以及填充燃料箱105’、107’的地方的位置信息。处理器506’（如下所述）可包括相应于发生填充的每个位置的燃料类型信息。传感器111’、113’还可根据由机车检测到的每个燃料箱105’、107’中的燃料类型的属性进一步识别每个燃料箱105’、107’中的

燃料类型。这种属性可包括每个燃料类型的物理属性，包括例如粘性和密度，或者每种燃料类型的化学属性，包括例如燃料值。每个燃料类型的这些属性可通过机车中的传感器或装置检测到。传感器 111’、113’还可根据机车性能特征诸如机车发动机性能来识别每个燃料箱 105’、107’ 中的燃料类型，同时评价供给至发动机的每种燃料类型的输入和输出属性。例如，对于产生 1000HP 的机车发动机来说，燃料调节器包括 200 加仑的存储燃料 A 输入需求，250 加仑的燃料 B 需求。因此，每个箱 105’、107’ 中的燃料类型可通过评价燃料输入和输出特征以及机车发动机特性而识别。包括具有多种燃料的机车的机车编组比具有单独燃料的机车具有更大的灵活性来满足能量需求，因为可根据相应燃料类型的使用来对每个机车的动力分布作出若干组合，从而满足动力需求。虽然图 13 示出一种类型的传感器 111’、113’，诸如从加油站接收电子传送信息的传感器，但是任何上面讨论的传感器可用于机车 103’ 中。

[0143] 机车 103’ 还示意性地包括由发动机 102’ 驱动以提供主电力的电力转换器 104’、106’，连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线 122，以及连接至牵引总线的牵引驱动 106’。该牵引驱动 106’具有一驱动模式，在该模式下，牵引驱动响应于主电力从而在预定道路上推进机车 103’。类似地，牵引驱动具有动态制动的操作模式 (dynamic braking mode of operation)，其中牵引驱动 106’ 产生动态制动电能。

[0144] 该能量管理系统 500’ 包括能量管理处理器 506’ 从而确定动力存储参数，动力传递参数以及沿着该轨道的每个位置的发动机传递参数，从而在受到至少一个燃料参数约束的情况下最小化该路程期间所消耗的每种燃料类型的总燃料。在示例性实施例中，燃料参数是燃料效率，燃料参数约束是例如该路程上的排放输出约束。

[0145] 如图 14 进一步地示出，该能量管理系统 500’ 包括连接至牵引总线 122 并且响应于能量管理处理器 506’的能量存储系统 204’。该能量存储系统 204’选择性地存储来自于牵引总线的电能，作为动力存储参数的函数。另外，能量存储系统 204’ 选择性地将来自于存储电能的第二电力供给至牵引总线，作为动力传递参数的函数。牵引驱动 106’响应于第二电力。

[0146] 发动机 102’ 响应于能量管理处理器 506’ 从而通过响应于发动机传递参数选择性地使用多个燃料类型其中的一个、在沿着该轨道的每个位置处将主电力供给至牵引总线 122。

[0147] 能量管理处理器 506’ 根据机车箱 105’，107’ 中的多种燃料类型确定沿着该路程的每个位置的发动机传递参数和动力传递参数。另外，发动机传递参数选择性地识别多个燃料类型中的一种燃料类型，从而在沿着路程的每个位置为发动机供给能量。例如，能量管理处理器可确定位置 A 处的发动机传递参数从而通过为发动机供给燃料 A 而从发动机供给主电力 A。另外，在地点 B，能量管理处理器可计算发动机传递参数从而通过为发动机供给燃料 B 来从发动机供给主电力 B( 多于 / 少于电力 A)。

[0148] 该能量管理处理器 506’ 在沿着该路程的每个位置处根据多种燃料类型的每个的至少一个燃料参数、确定沿着该路程的每个位置处的发动机传递参数和动力传递参数。例如，燃料消耗和排放输出，在多个燃料类型的每个的其他燃料参数中，由能量管理处理器 506’考虑从而判定发动机传递参数。例如，由于燃料 A 的燃料效率等级优于燃料 B，所以在地点 A，能量管理处理器可确定一发动机传递参数，为发动机提供燃料 A 并且比使用燃料 B

的地点 B 抽取更多的主电力。又例如，在地点 A，排放限制可能造成无法使用燃料 A，在这种情况下，能量管理处理器 506’可确定采用燃料 B 供给发动机的发动机传递参数。

[0149] 当在路程的每个位置处确定发动机传递参数时对每个燃料类型的燃料参数作出考虑，能量管理处理器 506’考虑相应于机车的至少一个操作特性的每个燃料类型的燃料参数的依赖性。例如，能量管理处理器 506’考虑在推进该机车的动力需求较低的情况下，燃料 A 的燃料效率等级大于燃料 B，在推进该机车的动力需求较高的情况下大概相等。相应于各种机车操作特性的每个燃料类型的燃料参数依赖性可存储在能量管理系统 500’（下面将讨论）中的数据库 508’中，由此，能量管理处理器 506’可通过比较沿着机车路程的每个位置处的多个燃料类型而获取这种数据。

[0150] 如图 14 所示，能量管理系统 500’还包括连接至能量管理处理器 506’的位置确定装置 510’从而将沿着路程的每个位置提供给能量管理处理器。另外，能量管理系统 500’示例性地包括具有相应于沿着该路程的每个位置的轨道情况参数的数据库 508’。该轨道情况参数表示轨道的地形特征。该数据库 508’还包括相应于机车的多个操作特性的预存储值的多个燃料的每个的每个燃料参数。

[0151] 能量管理处理器 506’从数据库 508’获取相应于路程的每个位置的轨道情况参数，并且根据所述轨道情况参数确定每个位置的机车操作特性。能量管理处理器 506’还从数据 508’获取相应于多个燃料的每个燃料参数，对应于每个位置的机车的判定操作特性。可选择地，能量管理处理器 506’可根据瞬时的每个测得机车操作特性从数据库 508’获取每个燃料参数。

[0152] 相应于沿着该路程每个位置的每个燃料类型的每个燃料参数的基础是沿着该路程的机车位置。该能量管理系统 500’可包括位置确定装置 510’从而将沿着该路程的每个位置提供至能量管理处理器 506’。该能量管理系统 500’还可包括数据库 508’，该数据库包括相应于沿着该路程的每个位置的每个燃料类型的至少一个燃料参数限制。该能量管理处理器 506’从数据库 508’获取相应于沿着路程的每个位置的每个燃料类型的燃料参数限制。

[0153] 该燃料参数限制包括路程每个位置处的排放限制，里程限制以及多个燃料类型的每个的可用性限制。路程每个位置处的多个燃料类型的每个的每个燃料参数可基于路程位置的环境状况。

[0154] 路程每个位置处的多个燃料类型的每个的每个发动机传递参数基于相应燃料箱 105’、107’中的每个燃料类型的相应体积。例如，如果机车接近不能使用燃料 B 的地点 A，并且机车包括大体积的燃料 B，那么能量管理处理器 506’可确定发动机传递参数从而在到达地点 A 之前为发动机供给燃料 B，从而在到达位置 A 之前用尽燃料 B。又例如，能量管理处理器 506’可与相应燃料类型的填充点的位置相结合地分析每个相应燃料类型的体积。如果燃料 A 的体积小于到达燃料 A 的填充点所需的值，并且燃料 B 的体积大于到达燃料 B 的填充点所需的值，那么能量管理处理器 506’可确定能量传递参数从而为发动机提供燃料 B。

[0155] 能量管理处理器 506’选择性地确定提供给发动机 102’的多个燃料类型的一种燃料类型，从而使得发动机将主电力提供至牵引总线 122，以最小化路程中每个燃料类型所消耗的总燃料。该能量管理处理器 506’确定动力存储参数作为轨道情况参数的函数。

[0156] 该能量管理系统 500’还包括数据库 508’，提供轨道情况参数，其中轨道情况参数

表示轨道的地形特征。该地形特征包括轨道梯度、轨道曲率、轨道高度、与轨道相关联的速度限制或者与轨道相关联的隧道。

[0157] 除了包括提供轨道情况参数的数据库 508’的能量管理系统，以及其他“预判”信息，另一实施例提供一种能量管理系统，该系统对动力存储参数进行当前判定，动力传递参数。图 12 和 13 示出用于机车 103’的能量管理系统 500’。该机车包括以相应燃料箱 105’、107’中的多个燃料类型进行操作的发动机 102’。在图 13 所示的示例性实施例中，多个燃料类型包括在相应一个燃料箱 105’中的一种燃料类型以及在相应燃料箱 107’中的燃料类型混合物，诸如 E-80。虽然每个燃料箱 105’、107’可容纳相应的燃料类型，但是每个燃料箱可类似地在沿着轨道的机车 103’路径期间的不同时间容纳不同的燃料类型。为了识别哪种燃料类型在每个相应时间容纳在每个燃料箱 105’，可将相应的传感器 111’、113’连接至每个燃料箱。

[0158] 每个传感器 111’、113’可用于识别不同时间的位于每个燃料箱 105’、107’中的燃料类型。传感器 111’、113’可包括传感器，根据提供至机车 103’的信息识别每个燃料箱 105’、107’中的燃料类型，包括手动传感器，来自于燃料源诸如铁路或相邻机车的电性传送燃料类型信息，以及填充燃料箱 105’、107’的位置信息。处理器 506’（如下所述）可包括相应于发生填充的每个位置的燃料类型信息。传感器 111’、113’可根据由机车检测到的每个燃料箱 105’、107’中的燃料类型的属性进一步识别每个燃料箱 105’、107’中的燃料类型。这种属性可包括每个燃料类型的物理属性，包括例如粘性和密度，或者每种燃料类型的化学属性，包括例如燃料值。每个燃料类型的这些属性可通过机车中的传感器或装置检测到。传感器 111’、113’还可根据机车性能特征诸如机车发动机性能来识别每个燃料箱 105’、107’中的燃料类型，同时评价供给至发动机的每种燃料类型的输入和输出属性。例如，对于产生 1000HP 的机车发动机来说，燃料调节器包括 200 加仑的存储燃料 A 输入需求，250 加仑的燃料 B 需求。因此，每个箱 105’、107’中的燃料类型可通过评价燃料输入和输出特征与机车发动机特性而被识别。包括具有多种燃料的机车的机车编组比具有单独燃料的机车具有更大的灵活性来满足能量需求，因为根据相应燃料类型的使用可对每个机车的动力分布进行若干种组合，从而满足动力需求。虽然图 13 示出一种类型的传感器 111’、113’，诸如从加油站接收电子传送信息的传感器，但是任何上面讨论的传感器可用于机车 103’中。

[0159] 机车 103’还包括由发动机 102’驱动从而提供主电力的电力转换器 104’、106’。机车 103’还包括连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线 122，以及连接至牵引总线的至少一个牵引驱动 106’。该牵引驱动 106’具有一驱动模式，在该模式下，牵引驱动响应于主电力从而在轨道上推进该机车。牵引驱动 106’类似地具有一动态制动的操作模式，其中牵引驱动产生动态制动电能。

[0160] 该能量管理系统 500’包括能量管理处理器 506’，确定动力存储参数，动力传递参数以及发动机传递参数从而满足沿着轨道推进机车的总动力需求。因此，能量管理处理器 506’主要根据沿着轨道推进该机车的当前总动力需求以及机车中的燃料类型确定每个参数，如下所述。

[0161] 该能量管理系统 500’还包括连接至牵引总线并且响应于能量管理处理器 506’的能量存储系统 204’。该能量存储系统 204’选择性地存储来自于牵引总线 122 的电能，作为动力存储参数的函数，并且选择性地将来自于存储电能的第二电能供给至牵引总线 122，作

为动力传递参数的函数。牵引驱动响应于第二电力。

[0162] 发动机 102’通过响应于发动机传递参数选择性地使用至少一个燃料类型而将主电力供给至牵引总线 122。

[0163] 能量管理处理器 506’根据多种燃料类型确定发动机传递参数。该发动机传递参数基于相应于多个燃料的每个的至少一个燃料参数。相应于每个燃料类型的燃料参数可以基于机车 103’的至少一个操作特性。

[0164] 影响每个燃料类型的燃料参数的机车的操作特性包括推进机车所需的总动力，包括外部温度和机车速度的机车的环境情况，以及其他操作特性。

[0165] 没有在本发明的能量管理系统 500’实施例中讨论的那些其他元件类似于上述的本发明的能量管理系统 500 实施例的那些元件，不需要这里做进一步的讨论。

[0166] 图 15 示出用于能量管理的方法 600，用于行驶于预定道路上的混合式能量非公路车辆。该非公路车辆 103’包括以至少一个燃料箱 105’、107’中的多个燃料类型操作的发动机 102’，以及由发动机驱动并提供主电力的动力转换器 104’、106’。该非公路车辆 103’还包括连接至动力转换器并且承载主电力的牵引总线 122，以及连接至该牵引总线的牵引驱动 106’。该牵引驱动 106’具有一驱动模式，在该模式下，牵引驱动相应于主电力从而推进预定道路上的混合式能量非公路车辆。该牵引驱动具有操作动态制动模式，其中该牵引驱动产生动态制动电能。

[0167] 用于能量管理的方法通过将能量存储系统 204’连接（方框 602）至牵引总线 122 和能量管理处理器 506’而开始（方框 601）。该方法随后需要使得（方框 604）能量管理处理器 506’确定沿着预定道路的每个位置的动力存储参数、动力传递参数以及发动机传递参数，从而在受制于至少一个燃料参数约束的情况下最小化预定道路期间的所有燃料类型的总燃料消耗。该方法随后需要从牵引总线 122 选择性地存储（方框 606）电能进入能量存储系统 204’，作为动力存储参数的函数。该方法随后需要选择性地从能量存储系统 204’供给（方框 608）第二电力至牵引总线，作为动力传递参数的函数。该方法随后需要通过响应于该发动机传递参数选择性地使用至少一个燃料类型而选择性地在沿着预定道路的每个位置处从发动机 102’供给（方框 610）主电力至牵引总线 122。该方法步骤相应于沿着车辆预定道路的每个位置进行重复，在车辆走完该路程之后，该方法在方框 611 结束。

[0168] 根据上述说明书，本发明的示例性实施例可以使用计算机编程或工程技术包括电脑软件、固件、硬件或上述任何组合或子集而实现，其中技术效果是管理使用于混合式能量非公路车辆上的能量。具有计算机可读取的编码装置的任何这种得到的程序可实现或设置在一个或多个计算机可读取介质中，由此根据本发明的一项实施例得到计算机程序产品，即，生产工件。该计算机可读取介质可以例如是固定（硬）盘，软盘、光盘、磁带、半导体内存，诸如只读内存 (ROM) 等，或者任何传送 / 接收介质，诸如因特网或其他通信网络或连接。包含计算机代码的生产工件可通过从一个介质直接地执行该代码、将该代码从一个介质复制到另一个介质或者在网络上传送该代码而制成和 / 或使用。

[0169] 计算机科学领域技术人员能够容易地将如上所述产生的软件与适当的总体目的或专门目的计算机硬件诸如微处理器相结合，以产生实现本发明一项实施例的方法的计算机系统或计算机子系统。制造、使用或销售本发明的一项实施例的设备可以是一个或多个处理系统，包括但不局限于，中央处理单元 (CPU)、内存、存储装置、通信连接和设备、服务

器、I/O 设备或者一个或多个处理系统的任何子部件，包括软件、固件、硬件或其任何组合或子集，其实现本发明的示例性实施例。

[0170] 当介绍本发明实施例或其优选实施例的元件时，冠词“一个”“所述”意在表示存在一个或多个元件。术语“包括”“具有”意在表示包括的含义并且表示存在其他的元件，而不仅是列出的元件。

[0171] 鉴于上述内容，可见本发明的若干目的可以实现并且能够实现其他有利效果。

[0172] 可在上述示例性结构和方法中不脱离本发明的实施例的范围作出各种改进，包含在上述说明书或者示出在附图中的所有内容应当理解为示例性的并且不具有限制的含义。还应当理解的是，这里描述的步骤并不理解为必要地以所讨论或示出的具体顺序而执行。也应当理解的是，本发明可实现其他或备选的步骤。

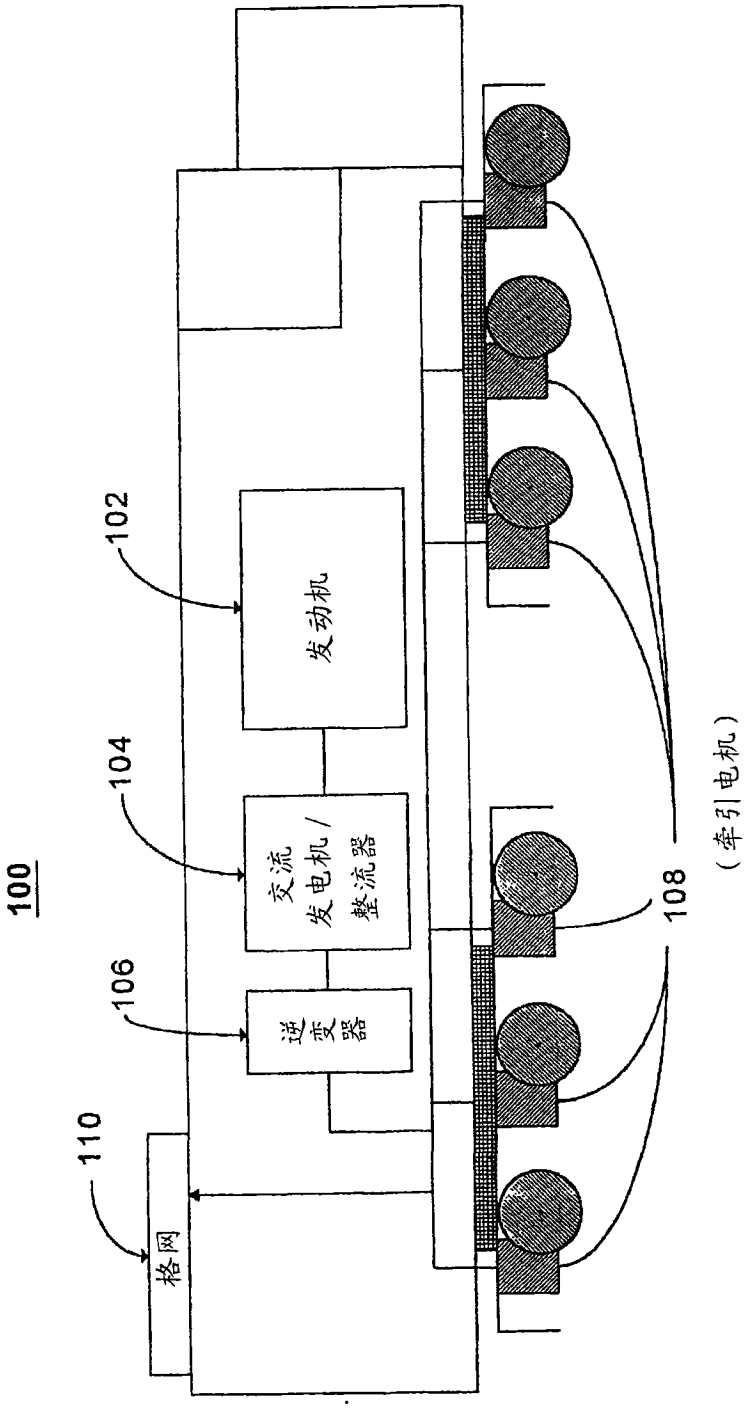



图 1A

(现有技术)

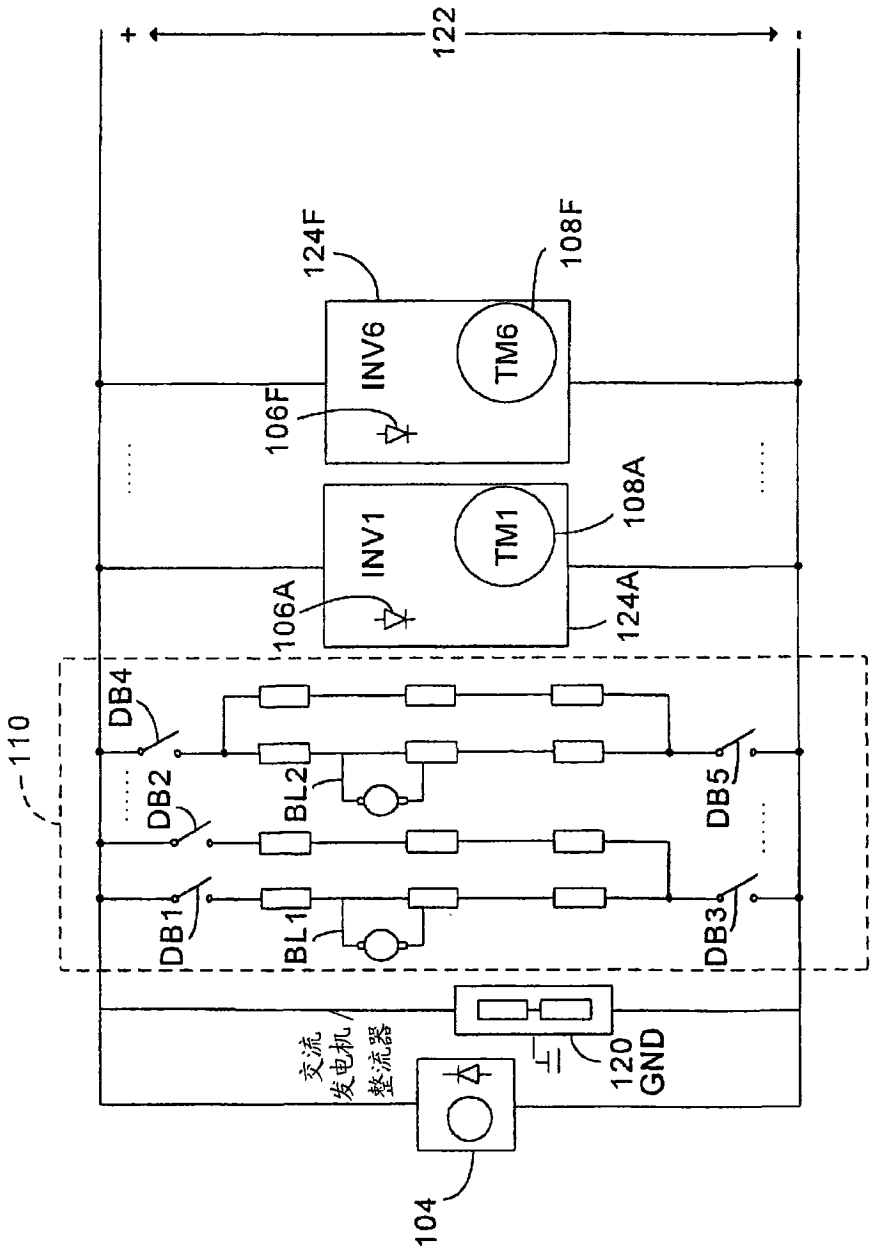

+
122
124F
108F
INV6
TM6
106F
108A
INV1
TM1
106A
124A
110
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流
发电机/
整流器
120
GND
104

图 1B

（现有技术）

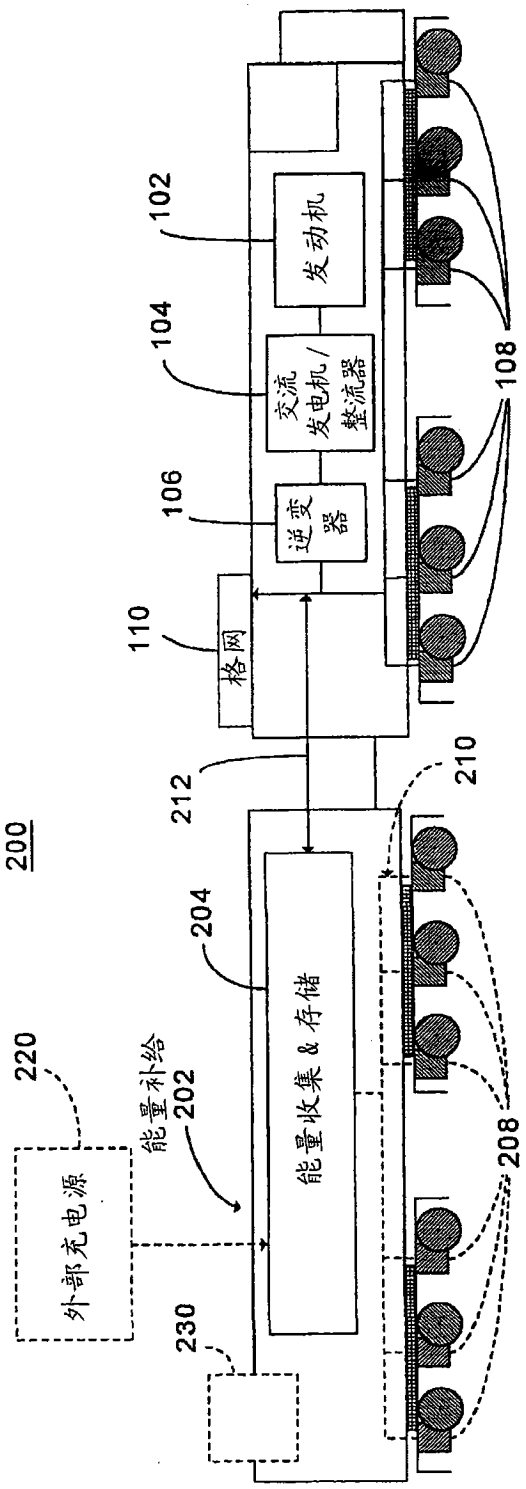

200
102
发动机
104
交流发电机/整流器
106
逆变器
110
格网
108
212
210
204
能量收集 & 存储
220
外部充电源
能量补给
202
208
230

图 2

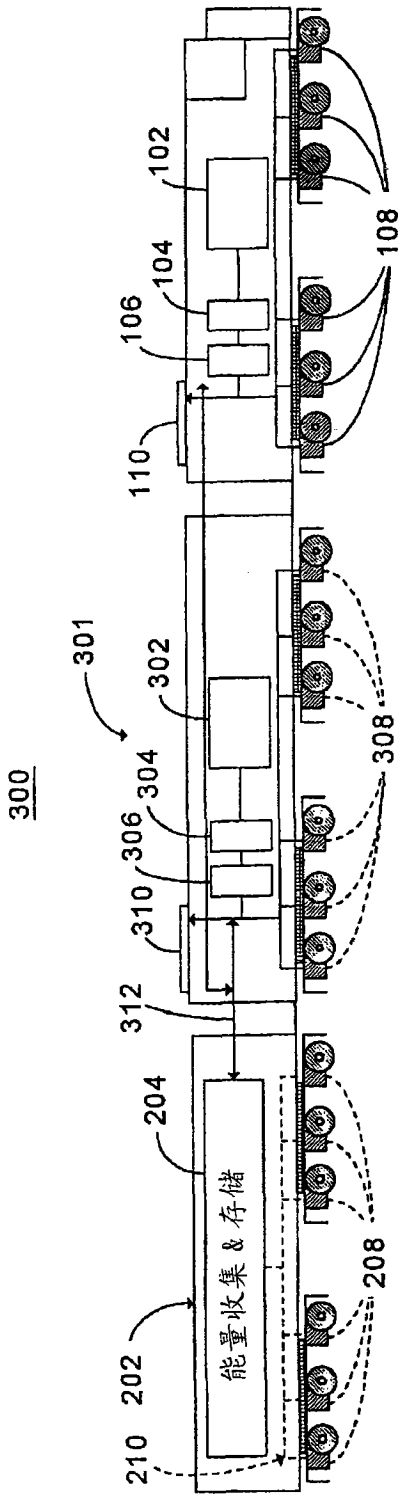

300
301
102
104
106
108
110
302
304
306
308
310
312
204
能量收集 & 存储
202
208
210

图 3

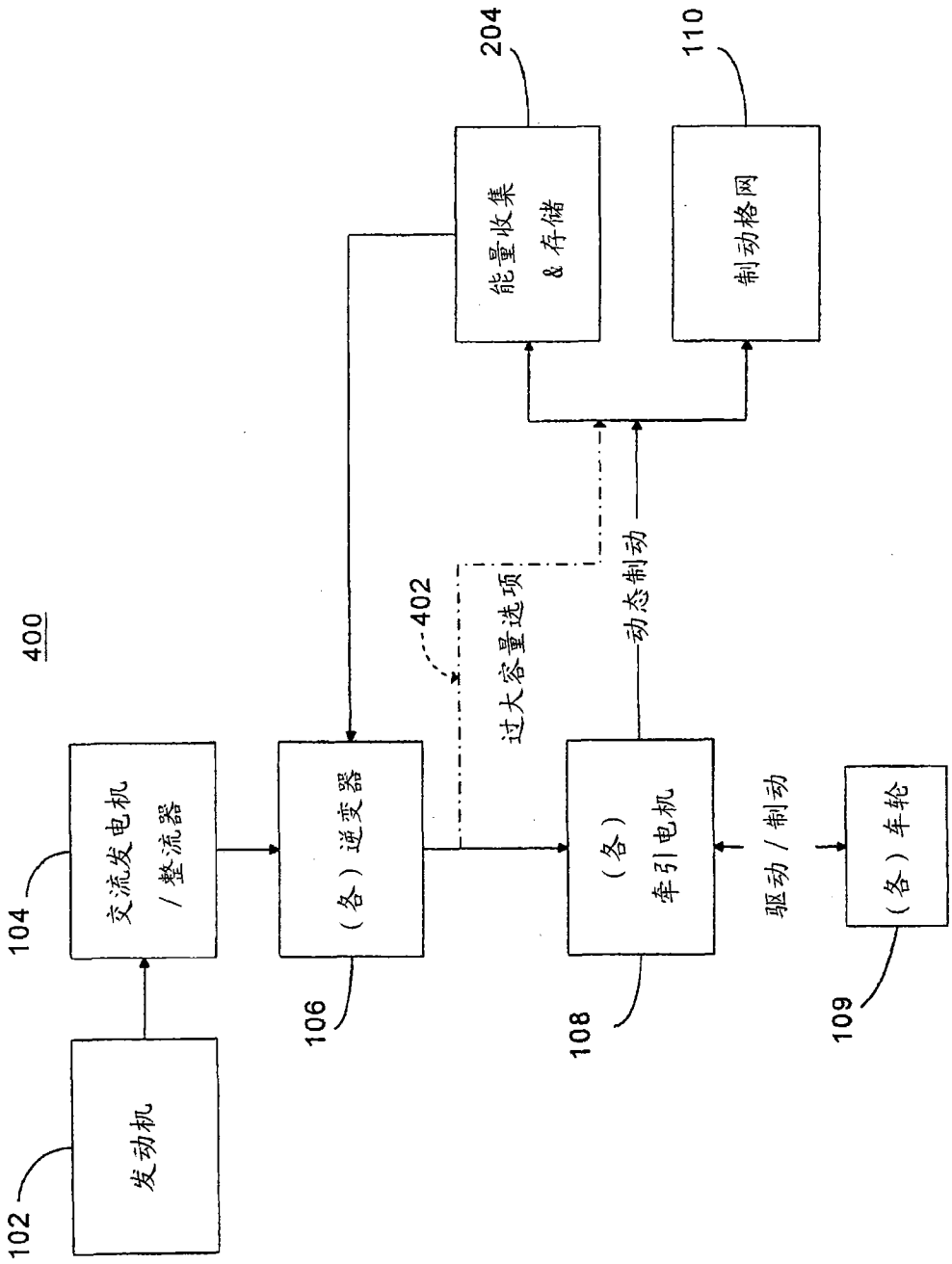

400
102
发动机
104
交流发电机
/整流器
106
(各)逆变器
402
过大容量选项
204
能量收集
& 存储
110
制动格网
动态制动
108
(各)
牵引电机
驱动/制动
109
(各)车轮

图 4

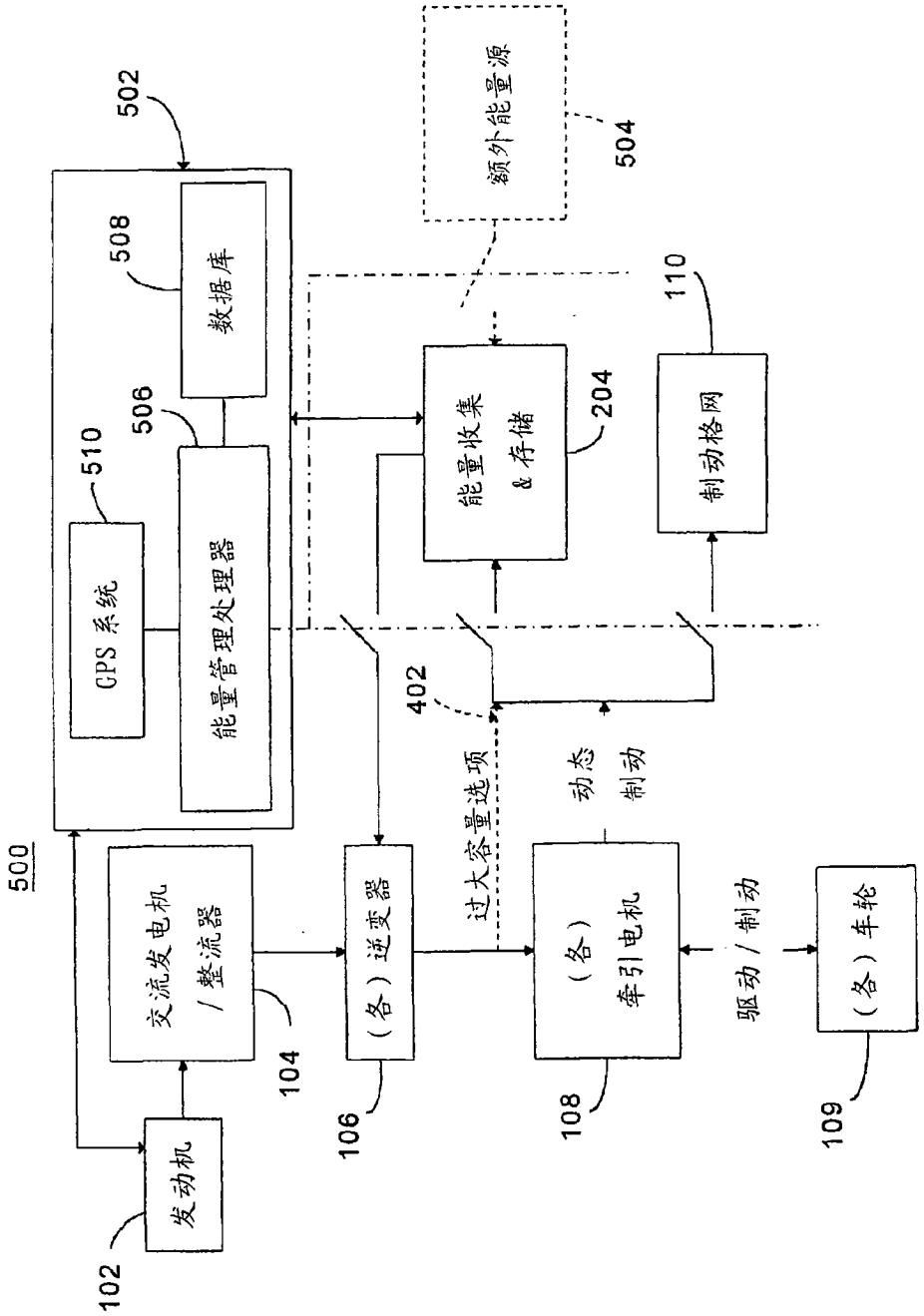

500
502
额外能量源
504
508
数据库
506
510
GPS 系统
能量管理处理器
能量收集
& 存储
204
110
制动格网
402
过大容量选项
动态
制动
交流发电机
/ 整流器
104
(各) 逆变器
106
(各)
牵引电机
108
驱动 / 制动
(各) 车轮
109
发动机
102

图 5

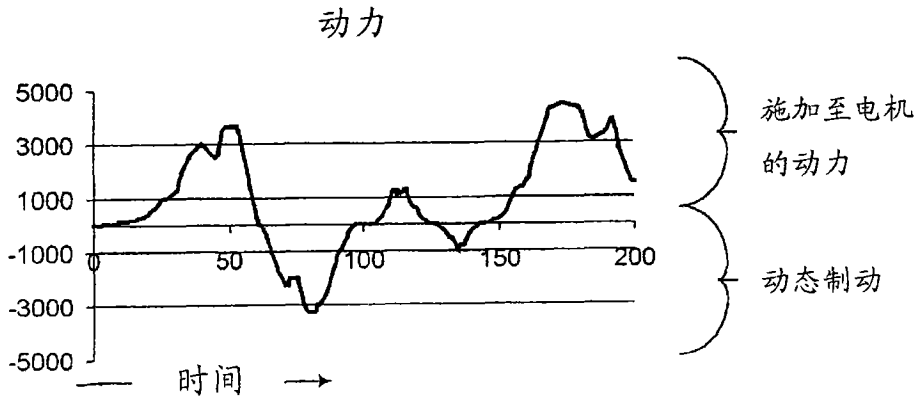

动力
5000
3000
1000
-1000
-3000
-5000
0
50
100
150
200
时间
施加至电机
的动力
动态制动

图 6A

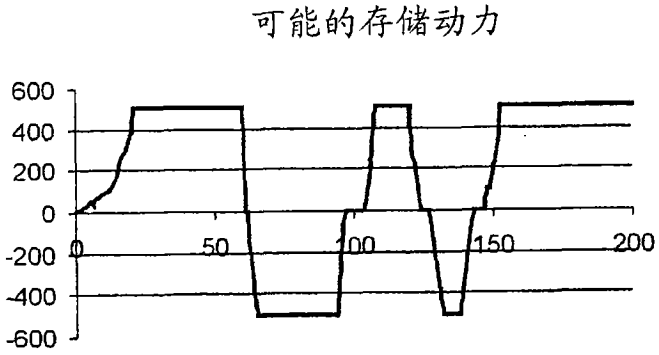

可能的存储动力
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
50
100
150
200

图 6B

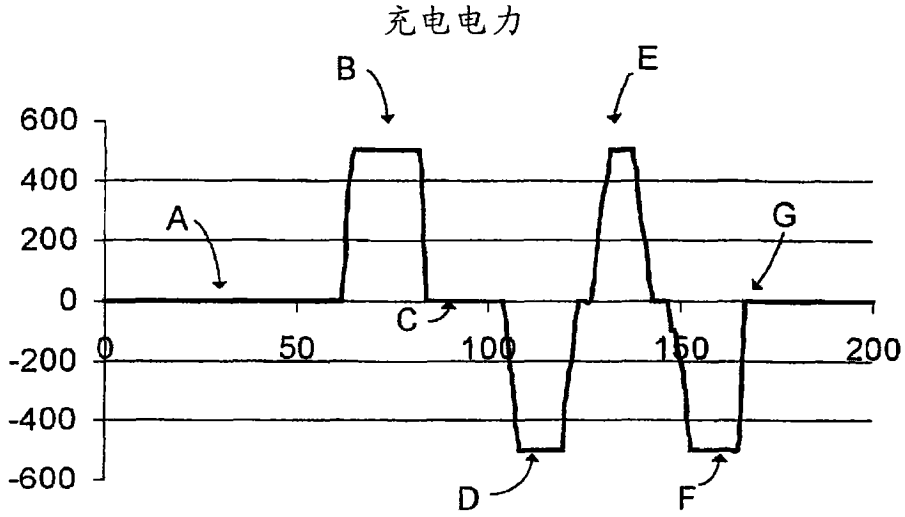

充电电力
B
E
600
400
200
0
-200
-400
-600
A
G
C
0
50
100
150
200
D
F

图 6C

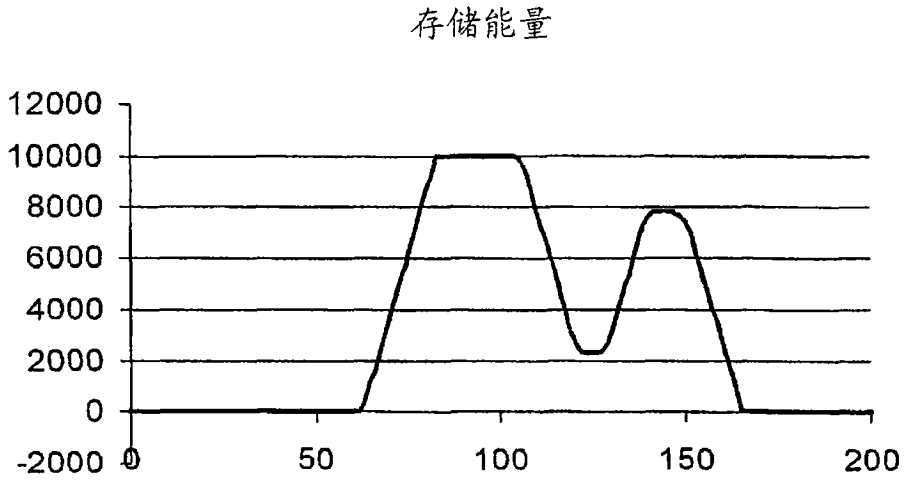

存储能量
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
-2000
0
50
100
150
200

图 6D

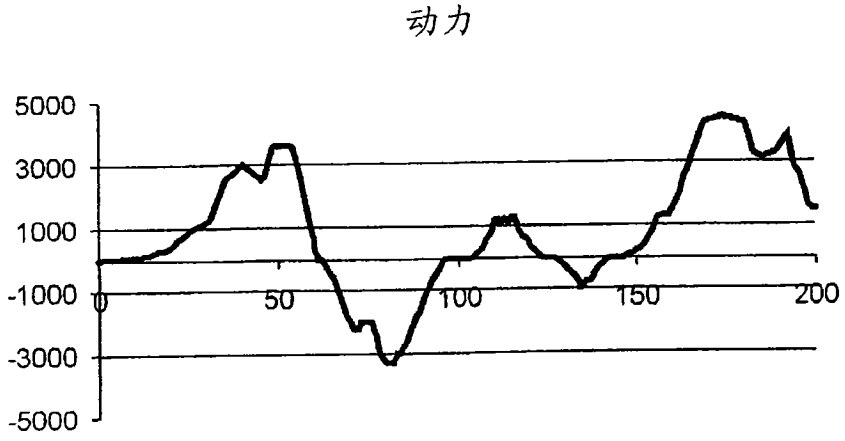

动力
5000
3000
1000
-1000
-3000
-5000
0
50
100
150
200

图 7A

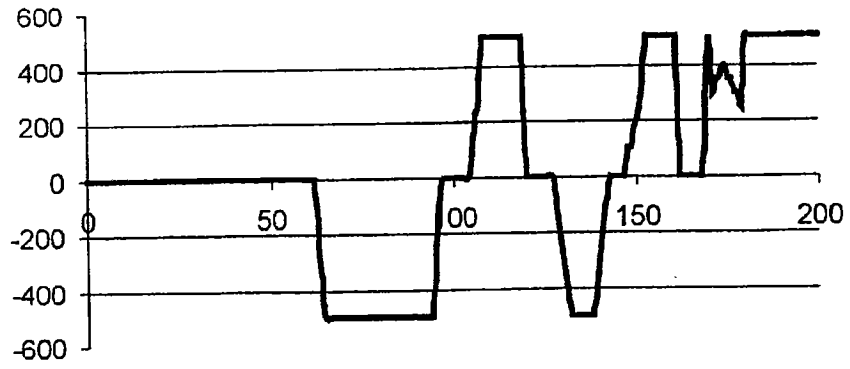

可能的存储动力
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
50
00
150
200

图 7B

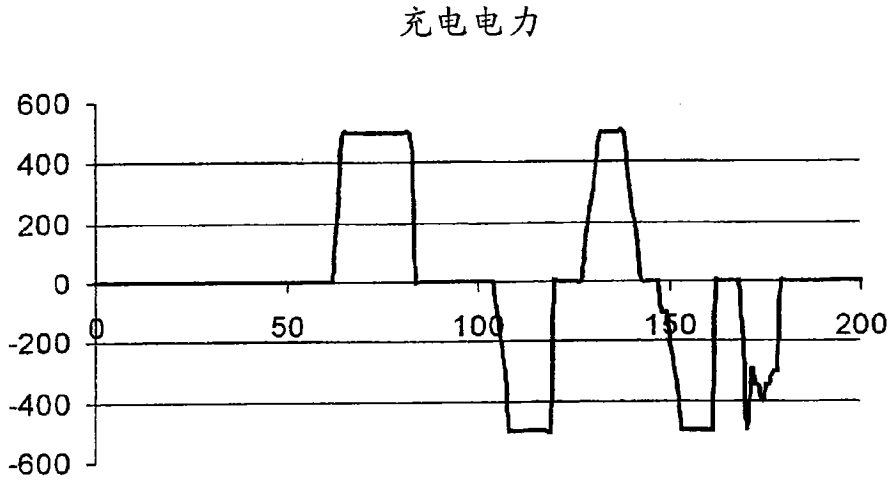

充电电力
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
50
100
150
200

图 7C

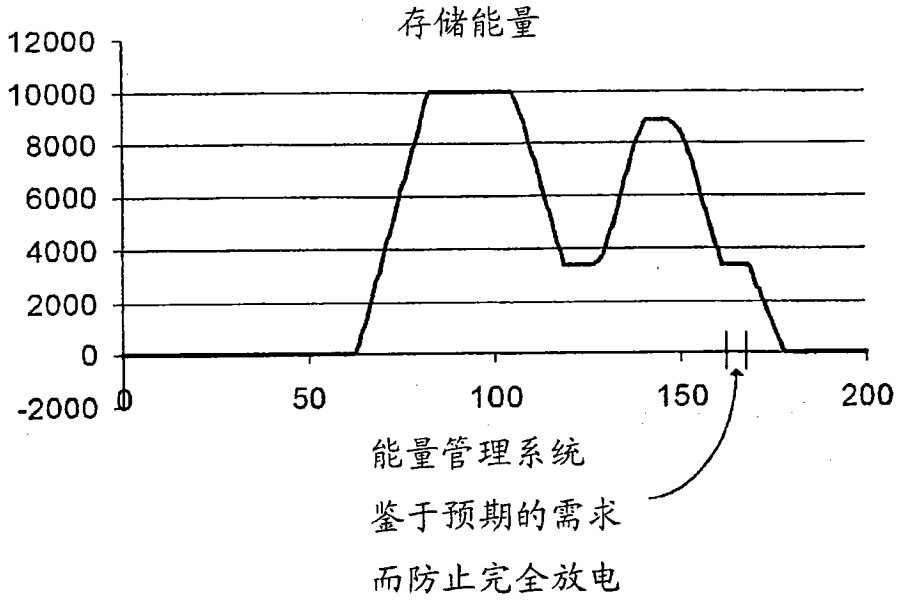

存储能量
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
-2000
0
50
100
150
200
能量管理系统
鉴于预期的需求
而防止完全放电

图 7D

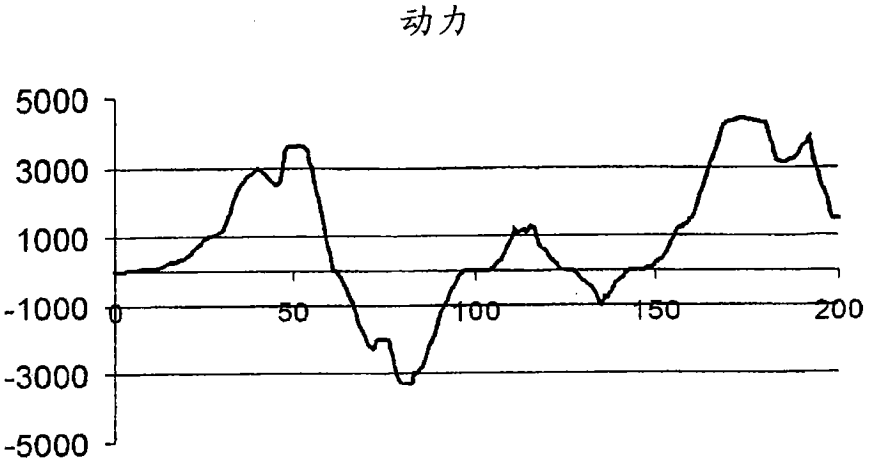

动力
5000
3000
1000
-1000
-3000
-5000
0
50
100
150
200

图 8A

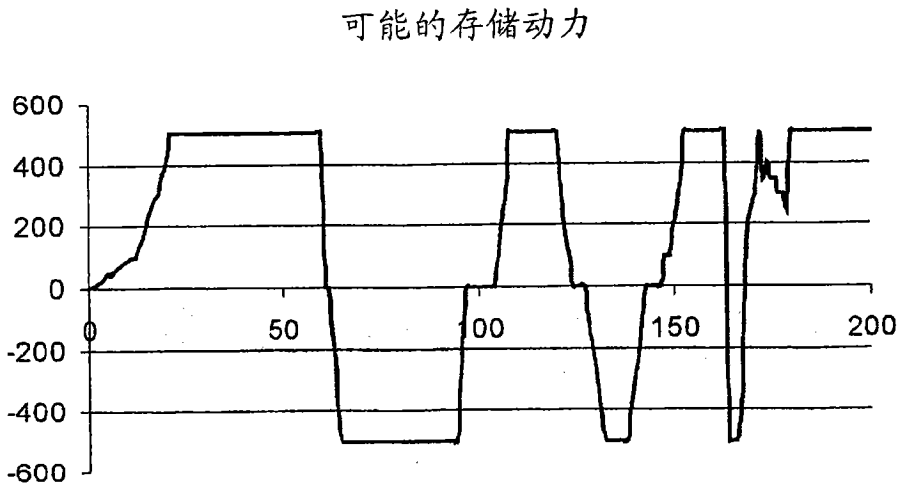

可能的存储动力
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
50
100
150
200

图 8B

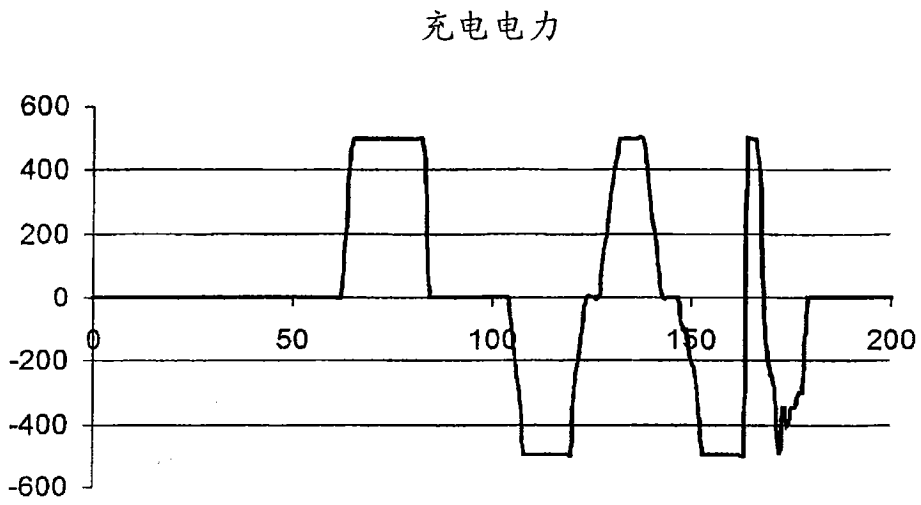

充电电力
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
50
100
150
200

图 8C

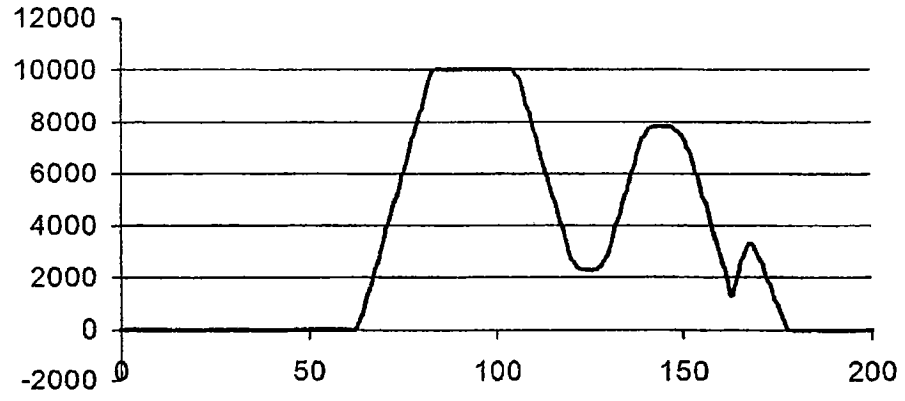

存储能量
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
-2000
0
50
100
150
200

图 8D

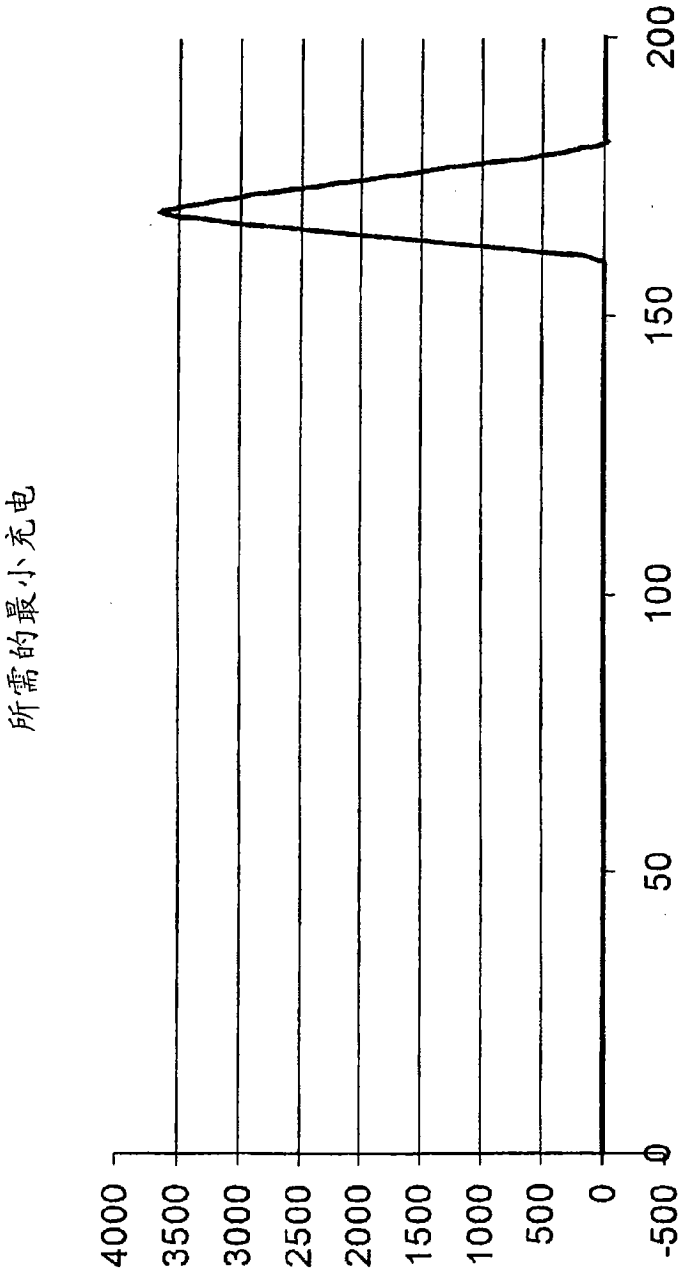

所需的最小充电
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
0
50
100
150
200

图 8E

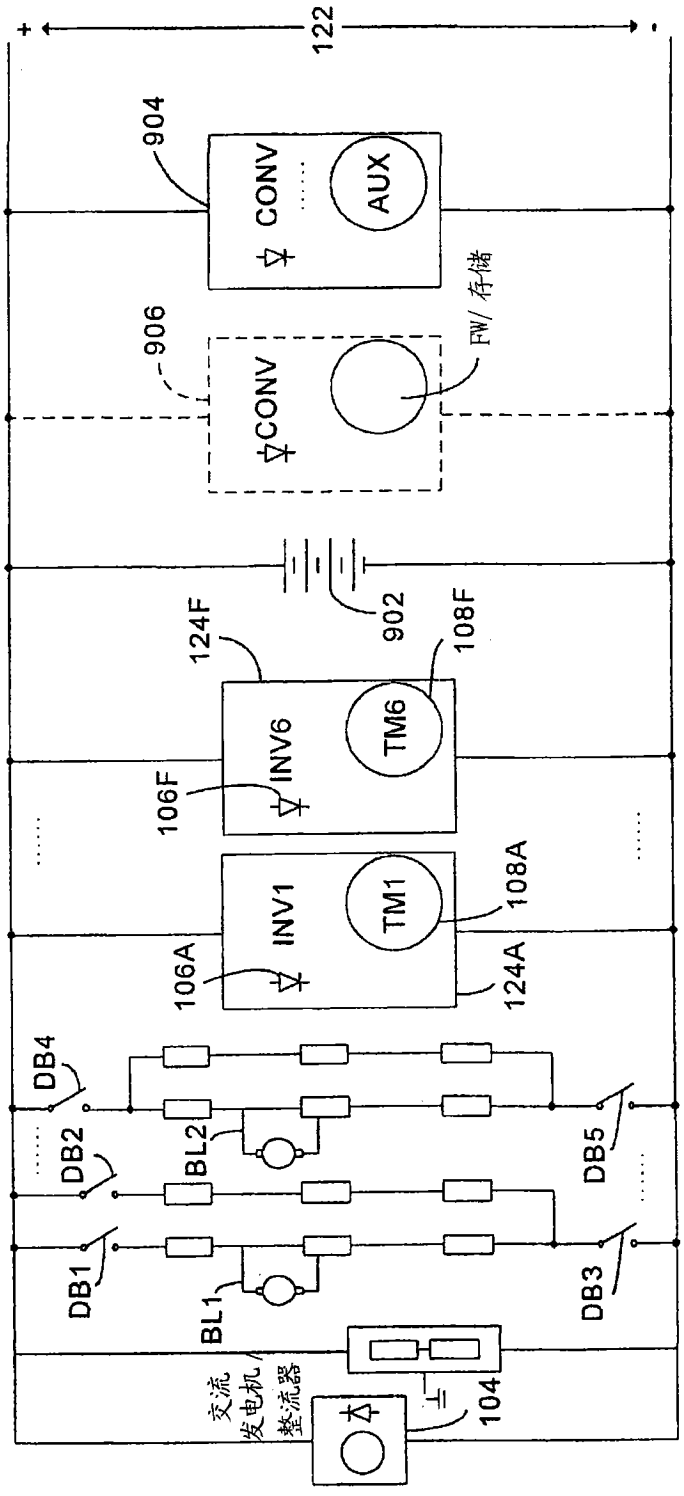

+
122
-
904
CONV
AUX
906
CONV
FW/ 存储
902
124F
108F
INV6
TM6
106F
INV1
TM1
108A
106A
124A
DB4
DB2
DB1
BL2
BL1
DB5
DB3
交流
发电机/
整流器
104

图 9A

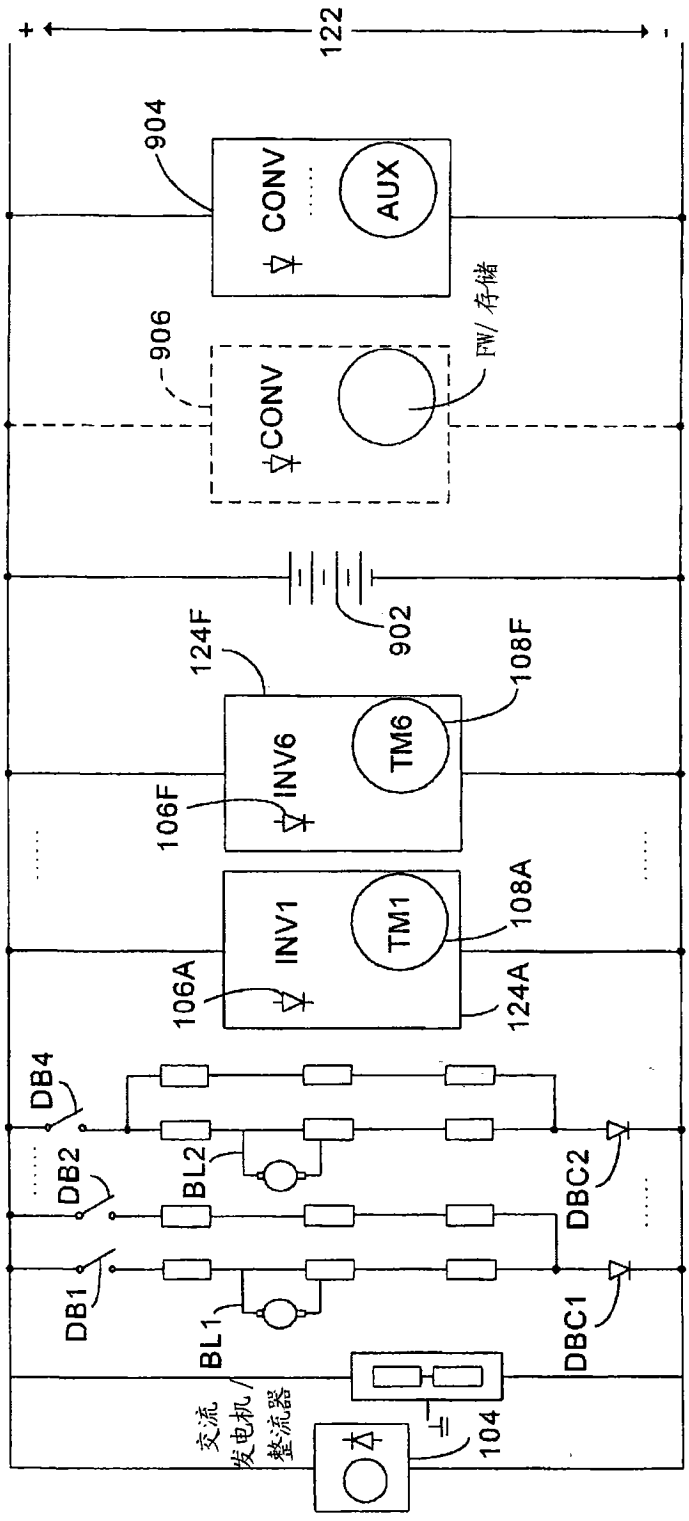

+
122
-
904
CONV
AUX
906
CONV
FW/存储
902
124F
108F
INV6
TM6
106F
108A
INV1
TM1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DBC2
DB1
BL1
DBC1
交流
发电机/
整流器
104

图 9B

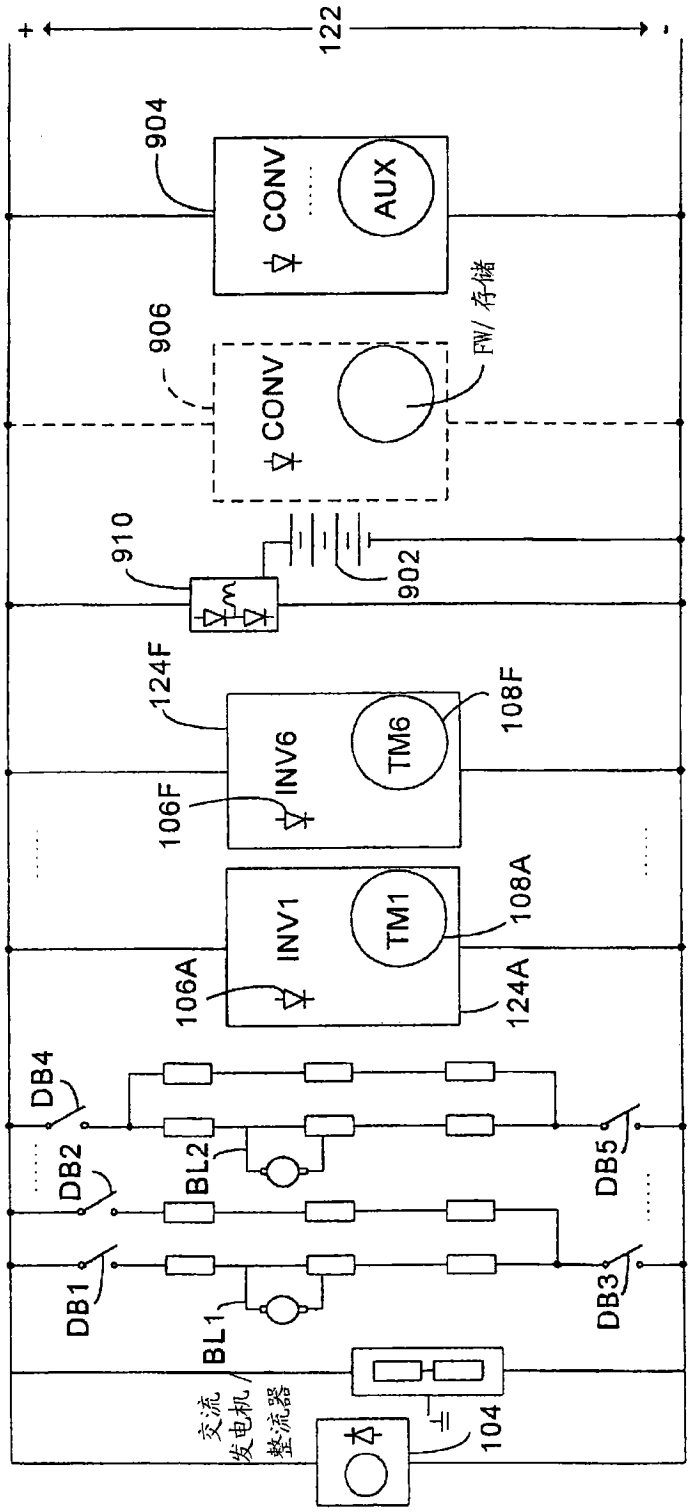

+
122
-
904
CONV
AUX
906
CONV
FW/ 存储
910
902
124F
INV6
TM6
108F
106F
108A
INV1
TM1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 9C

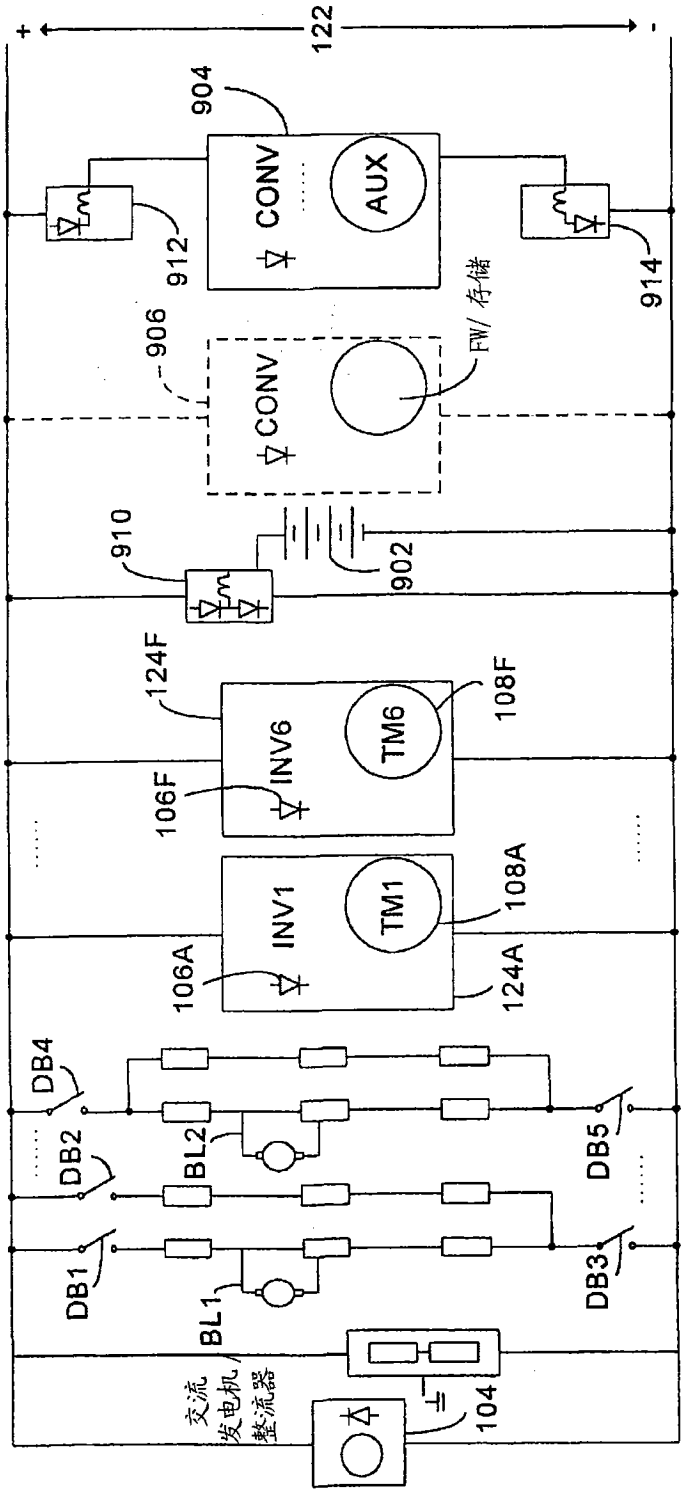

+
122
-
904
CONV
AUX
912
914
906
CONV
FW/ 存储
910
902
124F
INV6
TM6
108F
106F
106A
INV1
TM1
108A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 9D

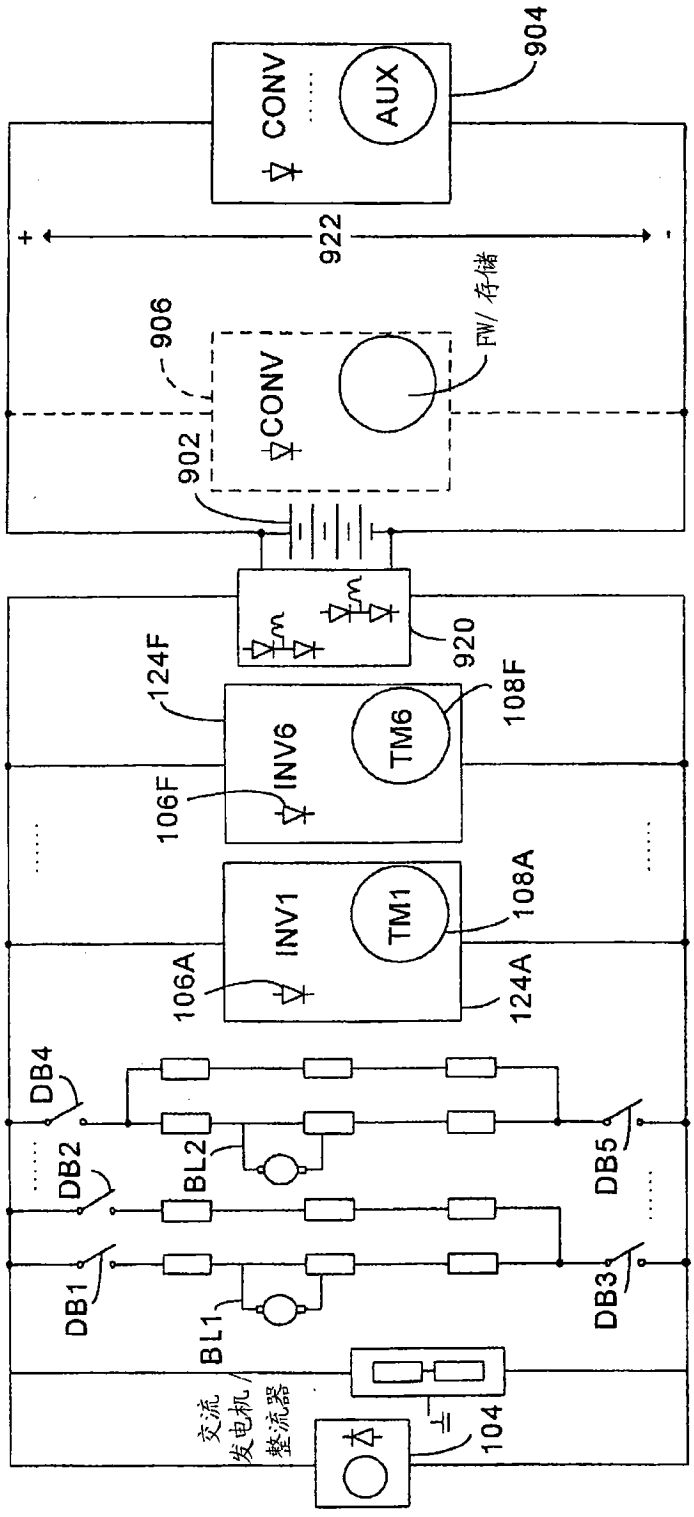

CONV
AUX
904
+
922
-
906
CONV
FW/ 存储
902
920
124F
INV6
TM6
108F
106F
INV1
TM1
108A
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流
发电机/
整流器
104

图 9E

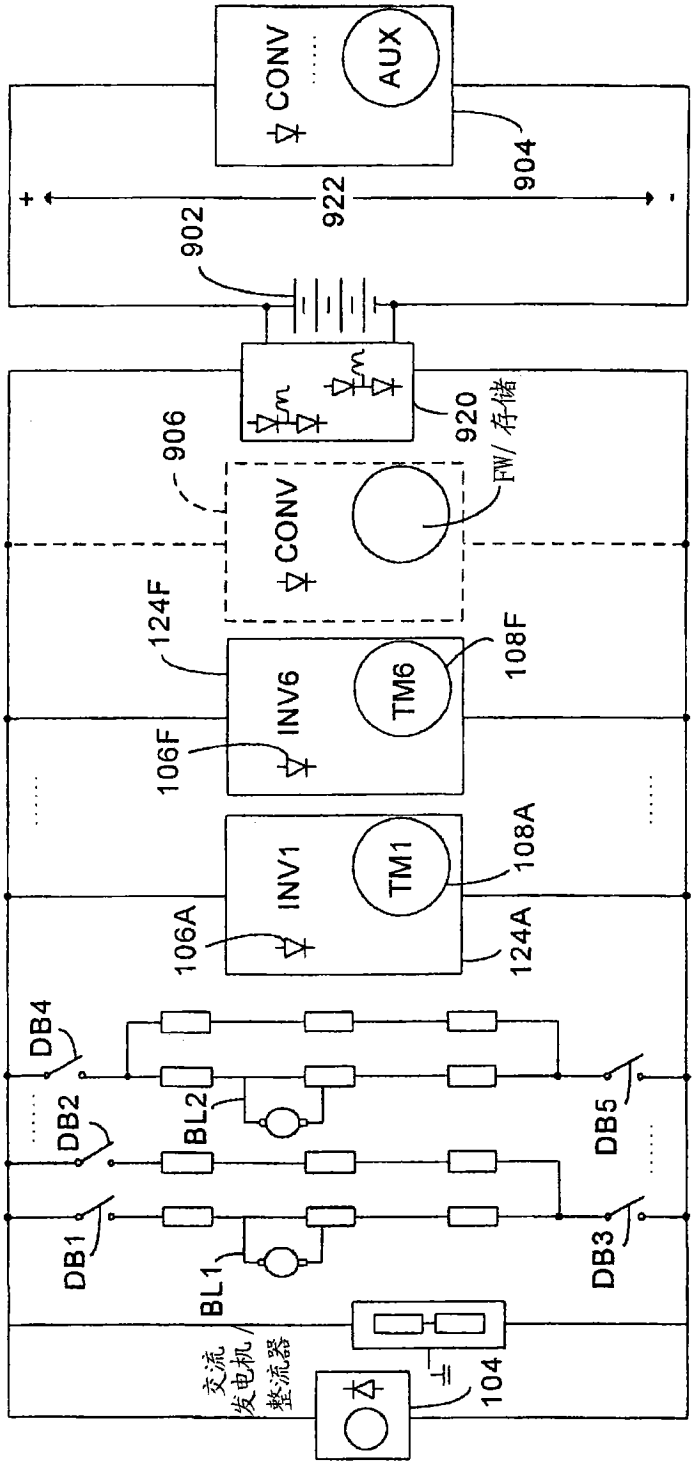

CONV
AUX
904
922
902
+
-
906
920
FW/存储
CONV
124F
108F
INV6
TM6
106F
108A
INV1
TM1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 9F

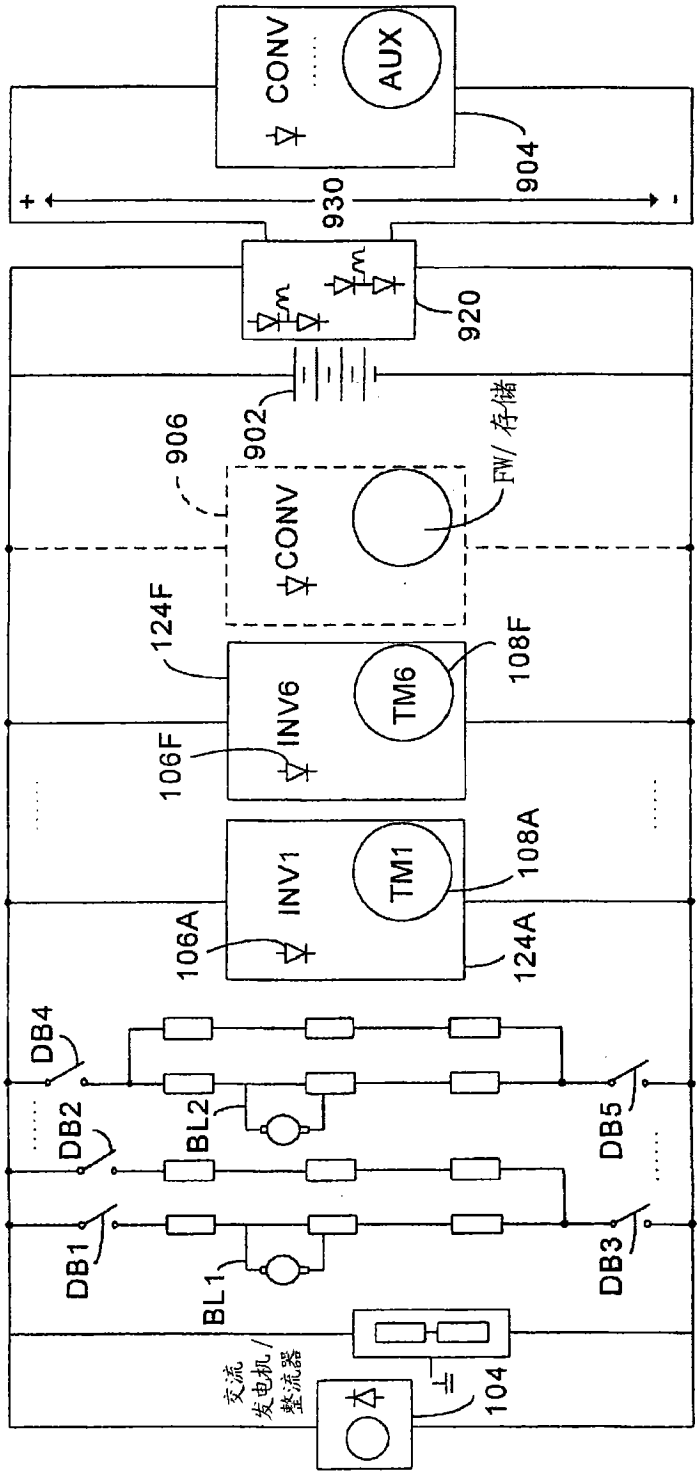

CONV
AUX
904
930
+
-
920
902
906
CONV
FW/存储
124F
108F
INV6
TM6
106F
INV1
TM1
108A
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 9G

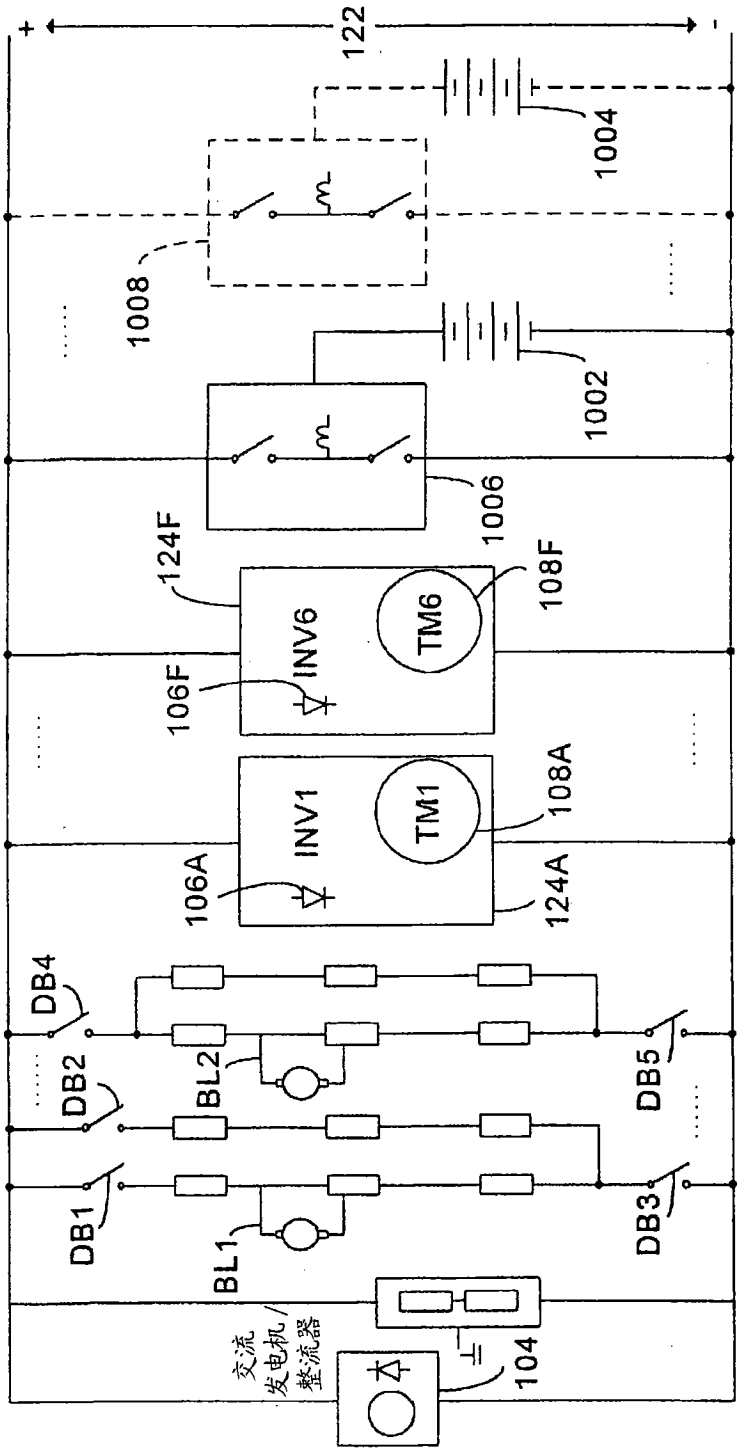

+
122
-
1004
1008
1002
1006
124F
108F
TM6
INV6
106F
108A
TM1
INV1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流
发电机/
整流器
104

图 10A

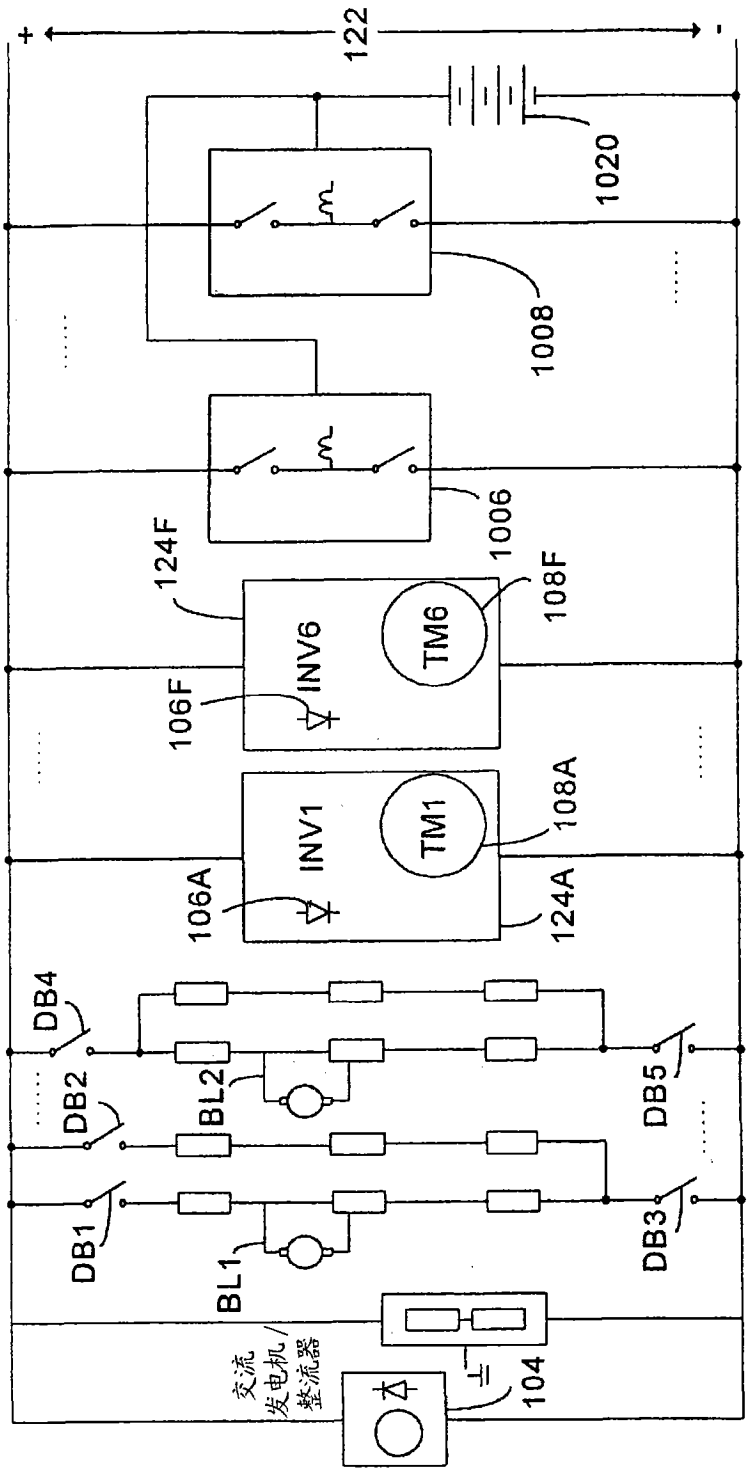

+
122
-
1020
1008
1006
124F
108F
TM6
INV6
106F
108A
TM1
INV1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 10B

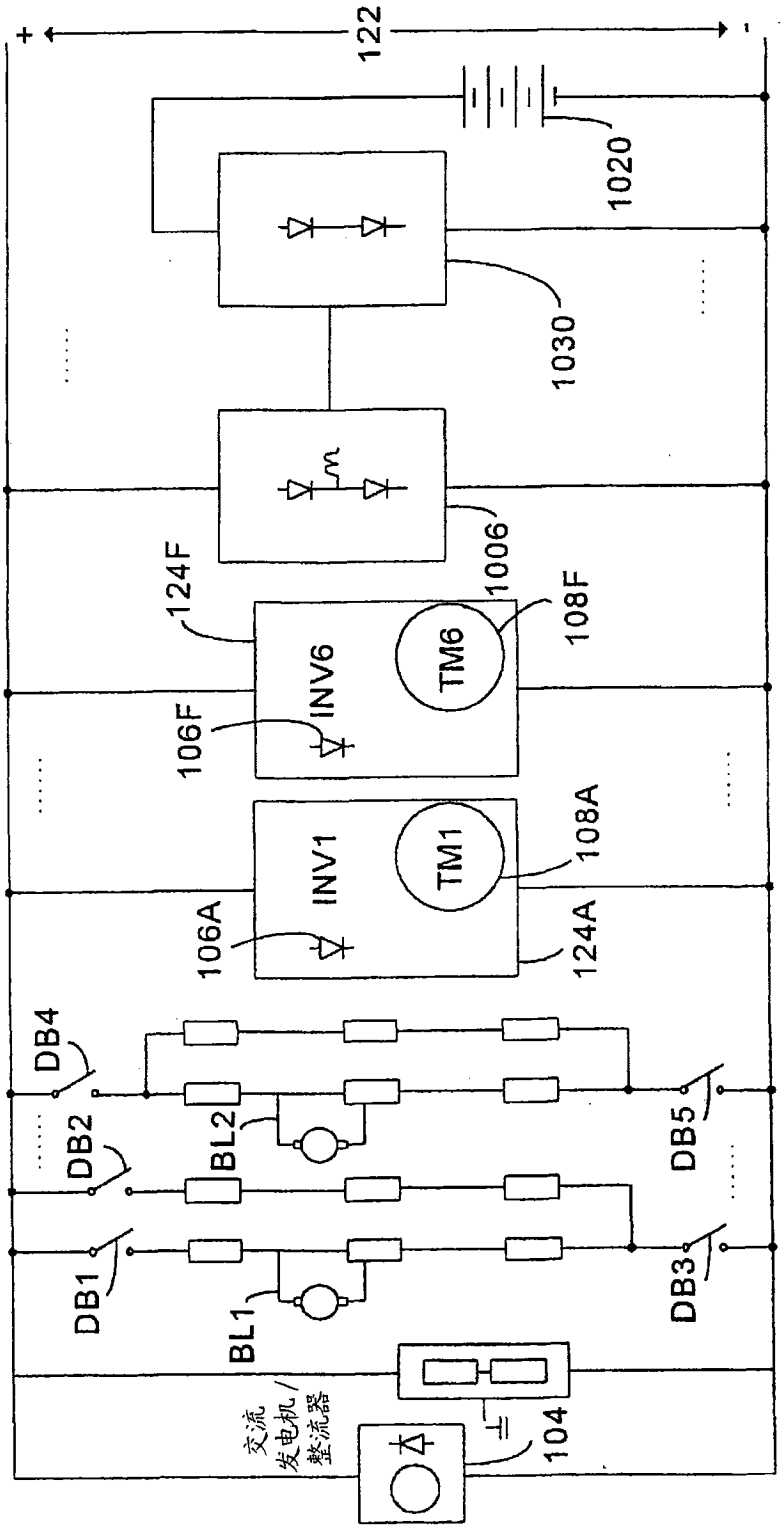

+
122
-
1020
1030
1006
124F
108F
TM6
INV6
106F
108A
TM1
INV1
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流
发电机/
整流器
104

图 10C

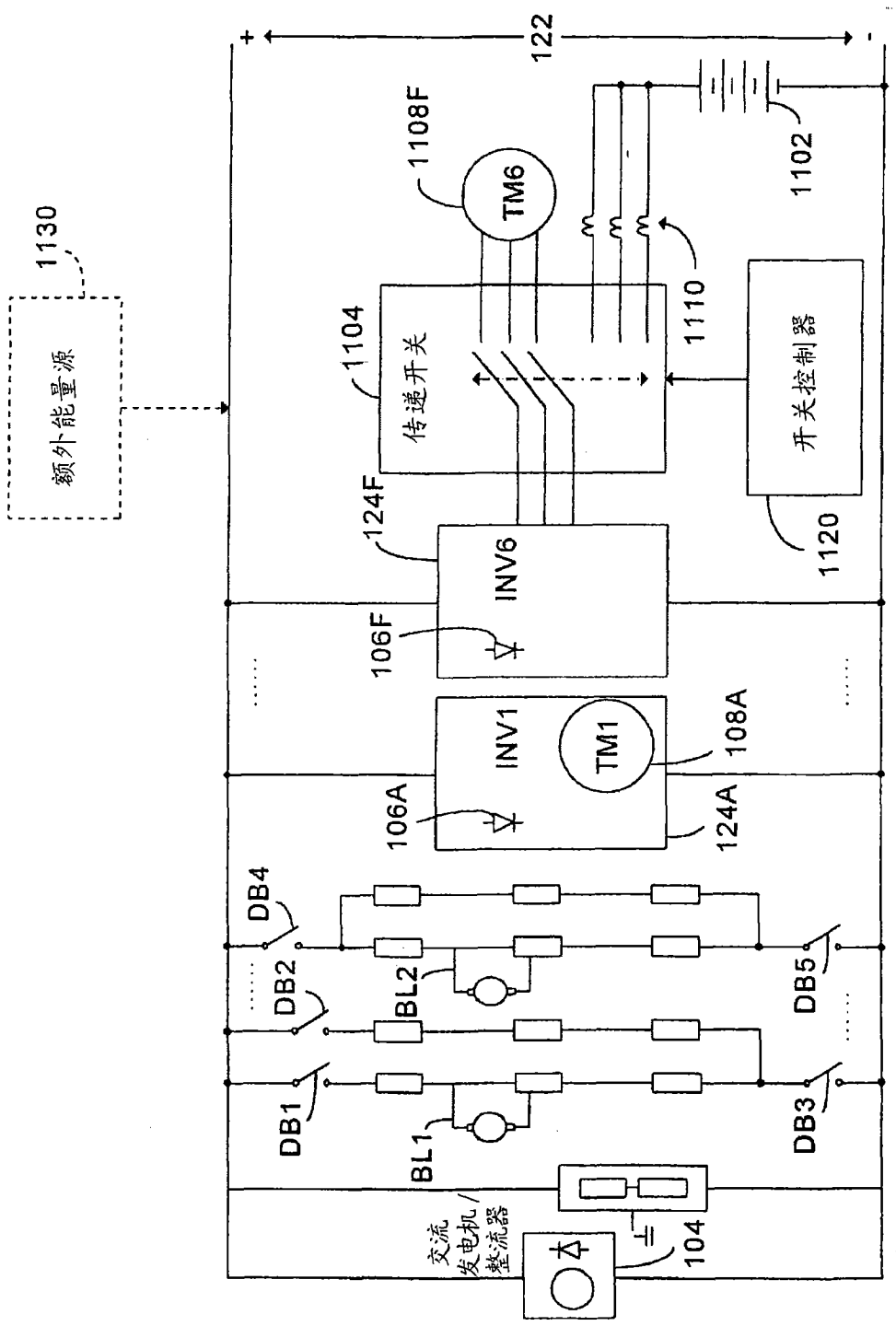

额外能量源
1130
+
122
-
1108F
TM6
1102
1104
传递开关
1110
开关控制器
1120
124F
INV6
106F
INV1
TM1
108A
106A
124A
DB4
DB2
BL2
DB5
DB1
BL1
DB3
交流发电机/整流器
104

图 11

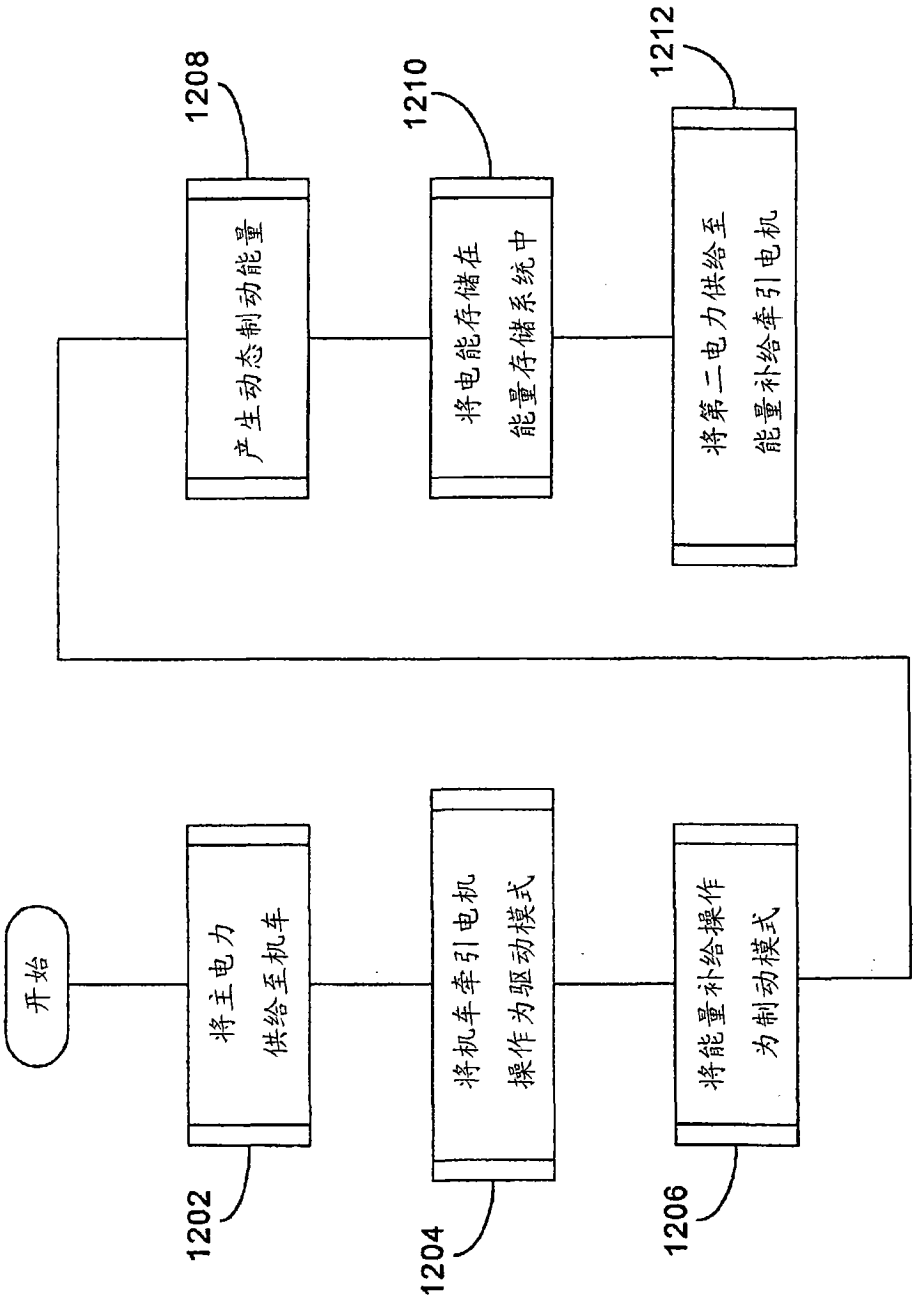

开始
将主电力
供给至机车
1202
将机车牵引电机
操作为驱动模式
1204
将能量补给操作
为制动模式
1206
产生动态制动能量
1208
将电能存储在
能量存储系统中
1210
将第二电力供给至
能量补给牵引电机
1212

图 12

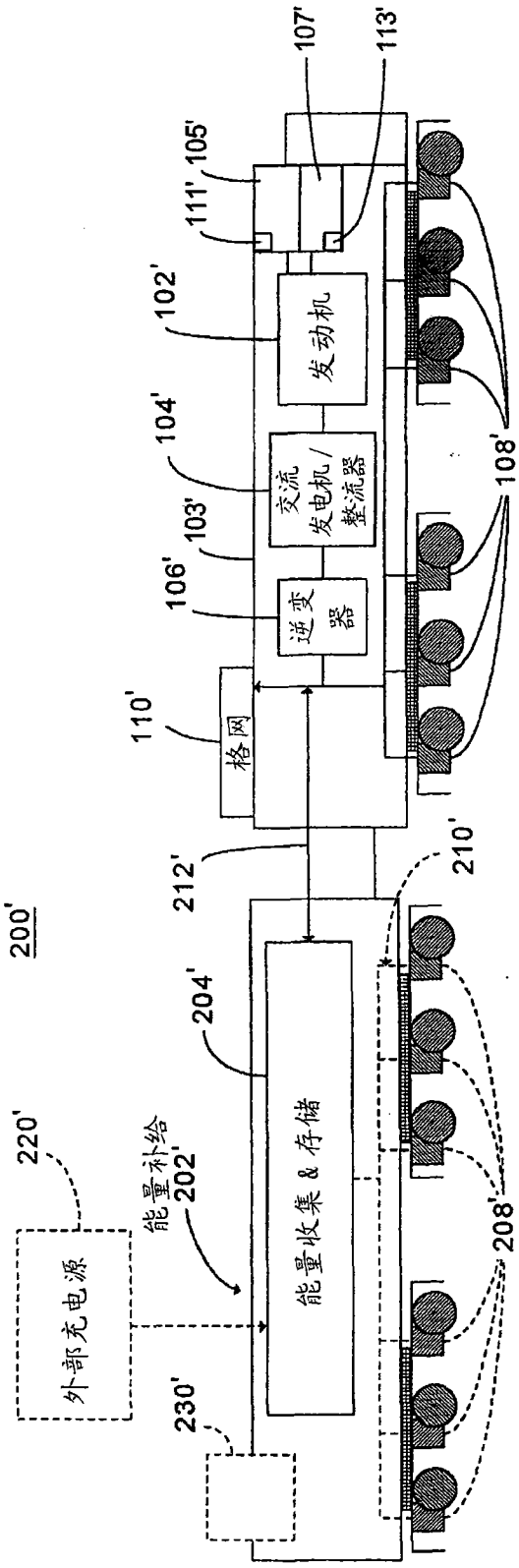

200'
220'
外部充电源
能量补给
202'
230'
204'
能量收集 & 存储
212'
210'
208'
110'
格网
106'
逆变器
103'
104'
交流发电机 / 整流器
102'
发动机
111'
105'
107'
113'
108'

图 13

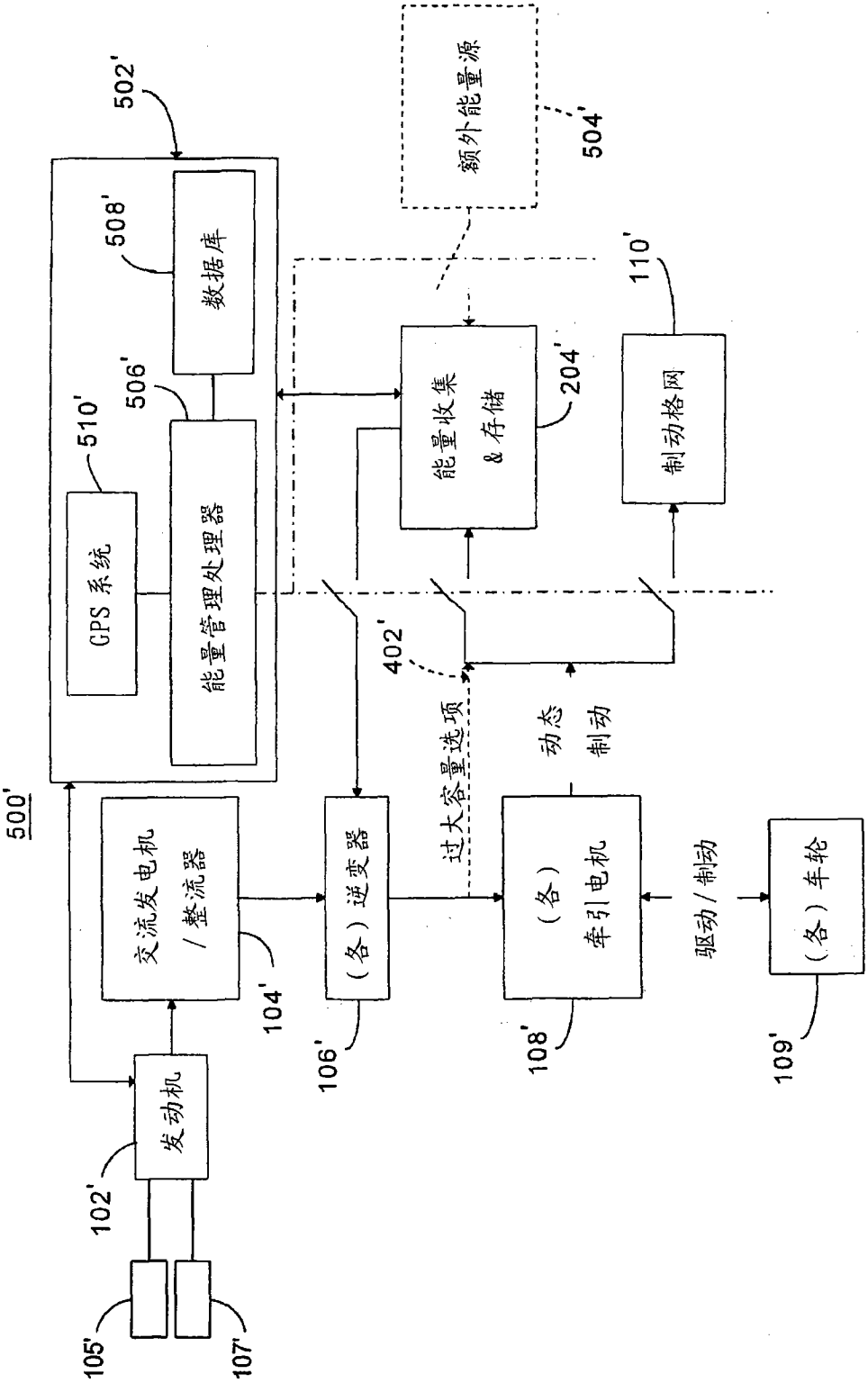

500'
502'
508'
数据库
506'
510'
GPS 系统
能量管理处理器
额外能量源
504'
能量收集
& 存储
204'
110'
制动格网
402'
过大容量选项
动态
制动
交流发电机
/ 整流器
104'
(各) 逆变器
106'
(各)
牵引电机
108'
驱动 / 制动
(各) 车轮
109'
发动机
102'
105'
107'

图 14

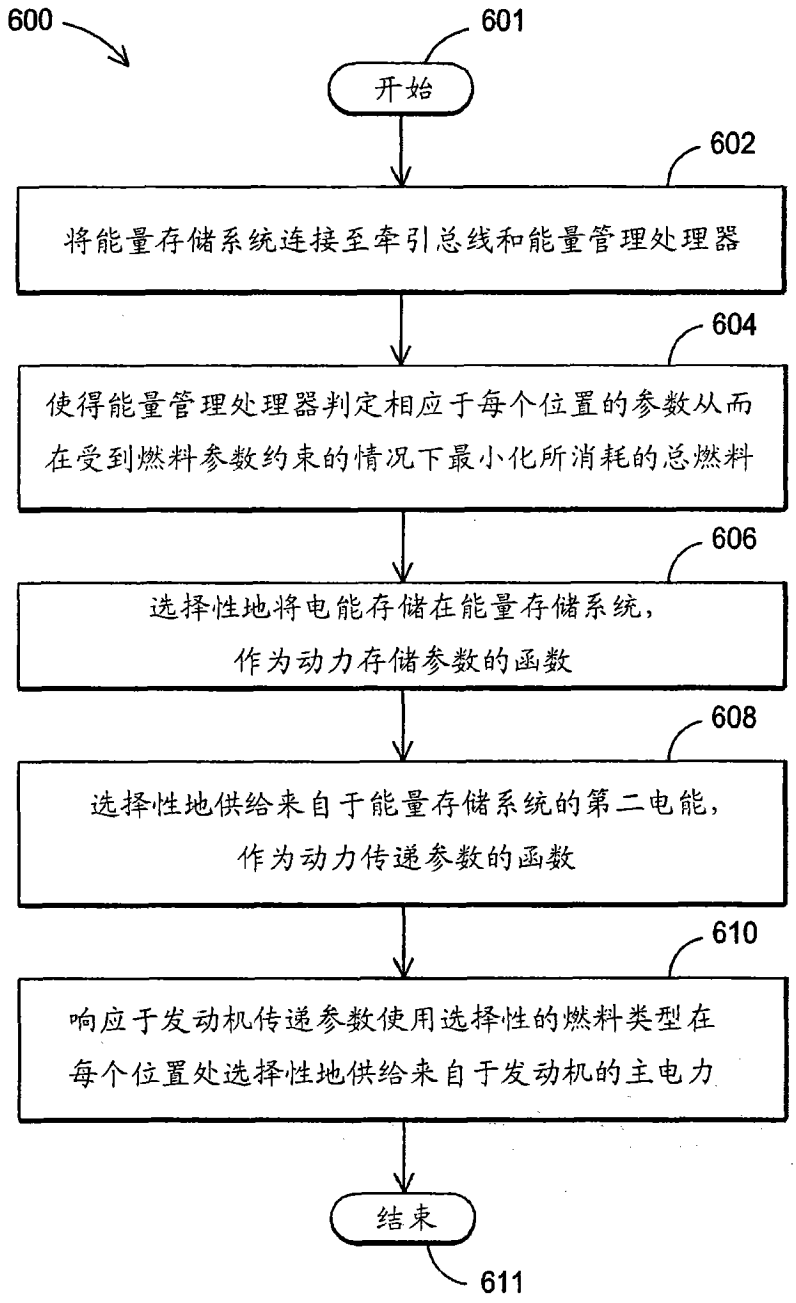

600
601
开始
602
将能量存储系统连接至牵引总线和能量管理处理器
604
使得能量管理处理器判定相应于每个位置的参数从而
在受到燃料参数约束的情况下最小化所消耗的总燃料
606
选择性地将电能存储在能量存储系统，
作为动力存储参数的函数
608
选择性地供给来自于能量存储系统的第二电能，
作为动力传递参数的函数
610
响应于发动机传递参数使用选择性的燃料类型在
每个位置处选择性地供给来自于发动机的主电力
结束
611

图 15