



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105637700 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201480042950. 9

(22) 申请日 2014. 01. 24

(30) 优先权数据

61/860, 448 2013. 07. 31 US

14/161, 889 2014. 01. 23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/012994 2014. 01. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/016965 EN 2015. 02. 05

(71) 申请人 约翰逊控制技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 丹尼尔·B·勒 佩里·M·怀亚特

赖安·S·马什卡雷尼亚什

布莱恩·C·西斯科

(74) 专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖

(51) Int. Cl.

H01M 16/00(2006. 01)

H01M 10/06(2006. 01)

H01M 10/44(2006. 01)

B60L 11/18(2006. 01)

H01M 2/10(2006. 01)

H01M 10/0525(2006. 01)

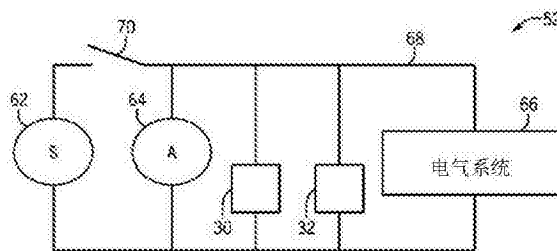
权利要求书3页 说明书38页 附图19页

(54) 发明名称

用于具有两种不同化学成分的蓄电池的无源结构

(57) 摘要

一种 12 伏汽车蓄电池系统,包括 :与电气系统直接耦合的第一蓄电池,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及,与第一蓄电池并联耦合且与电气系统直接耦合的第二蓄电池,其中,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,该第二蓄电池化学成分的库仑效率高于第一蓄电池化学成分的库伦效率。所述第一蓄电池和第二蓄电池非电压匹配,使得所述第二蓄电池的电压范围高于第一蓄电池的电压范围。利用第一蓄电池的内部电阻,所述第一蓄电池将在再生制动期间产生的电力转向第二蓄电池,以使第二蓄电池能够获取再生制动期间产生的电力大部分,并且第二蓄电池具有正电荷状态时,由于第二蓄电池的电压范围更高,第二蓄电池向电气系统供电。



1. 一种12伏汽车蓄电池系统,包括:

第一蓄电池,配置为与电气系统直接耦合,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及

第二蓄电池,与第一蓄电池并联耦合,并且配置为与电气系统直接耦合,其中,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,所述第二蓄电池化学成分的库伦效率高于第一蓄电池化学成分的库伦效率,所述第一蓄电池和第二蓄电池非电压匹配,使得所述第二蓄电池的电压范围高于第一蓄电池的电压范围;

其中,所述第一蓄电池配置为利用第一蓄电池的内部电阻将在再生制动期间产生的电力转向第二蓄电池,以使第二蓄电池能够捕获再生制动期间产生的电力的大部分,并且当第二蓄电池具有正电荷状态时,由于第二蓄电池的电压范围更高,第二蓄电池配置为向电气系统供电。

2. 如权利要求1所述的蓄电池系统,包括:蓄电池控制单元,其配置为在再生制动之前将第一蓄电池基本保持在满电荷状态。

3. 如权利要求1所述的蓄电池系统,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸时,第一蓄电池的电压范围为11.2至12.9伏,所述第二蓄电池化学成分为锂镍锰钴氧化物时,第二蓄电池的电压范围为13.2至16.4伏。

4. 如权利要求1所述的蓄电池系统,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸,所述第二蓄电池化学成分为锂镍锰钴氧化物、锂镍钴铝氧化物或锂镍锰钴氧化物-锂镍钴铝氧化物。

5. 如权利要求1所述的蓄电池系统,其中,所述第二蓄电池的电压范围与第一蓄电池的电压范围不重叠,所述第一蓄电池的电压范围包括第一蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压,第二蓄电池的电压范围包括第二蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压。

6. 如权利要求1所述的蓄电池系统,包括用于容纳第一蓄电池和第二蓄电池的外壳,其中,所述外壳包括与第一蓄电池和第二蓄电池耦合的正极端子和接地端子,其中,所述正极端子和接地端子配置为与电气系统耦合。

7. 如权利要求1所述的蓄电池系统,包括:

第一外壳,用于容纳第一蓄电池;以及

第二外壳,用于容纳第二蓄电池,其中,所述第一外壳和所述第二外壳配置为位于电气系统内的不同位置。

8. 如权利要求1所述的蓄电池系统,其中,所述第二蓄电池配置为在第二蓄电池具有正电荷状态时单独向电气系统供电。

9. 如权利要求1所述的蓄电池系统,其中,所述第一蓄电池的内部电阻随着第一蓄电池的电荷状态的增加而增加。

10. 一种用于运行12伏汽车蓄电池系统的方法,包括:

在再生制动期间产生电力之前,通过蓄电池控制单元将第一蓄电池基本保持在满电荷状态,其中,所述第一蓄电池与电气系统直接耦合且包括第一蓄电池化学成分;

利用第一蓄电池的内部电阻将在再生制动期间产生的电力转向第二蓄电池,其中,所述第二蓄电池与第一蓄电池并联、与电气系统直接耦合且包括第二蓄电池化学成分,所述第二蓄电池化学成分的库伦效率高于第一蓄电池化学成分的库伦效率,所述第一蓄电池和所述第二蓄电池非电压匹配,使得所述第二蓄电池的电压范围高于第一蓄电池的电压范围;

用第二蓄电池捕捉再生制动期间产生的电力的大部分;以及

第二蓄电池具有正电荷状态时,由于第二蓄电池的电压范围更高,用第二蓄电池向电气系统供电。

11. 如权利要求10所述的方法,其中,将第一蓄电池基本保持在满电荷状态包括使第一蓄电池进行微循环,其中,使第一蓄电池进行微循环包括:

所述第一蓄电池处于下限阈值电荷状态时,打开交流发电机,以对第一蓄电池充电,直到第一蓄电池达到上限阈值电荷状态;以及

所述第一蓄电池达到上限阈值电荷状态时,关闭交流发电机,以使第一蓄电池能够向电气系统提供电力,直到第一蓄电池达到下限阈值电荷状态。

12. 如权利要求11所述的方法,其中,所述上限阈值电荷状态约为100%电荷状态,下限阈值电荷状态约为95%电荷状态。

13. 如权利要求10所述的方法,其中,将第一蓄电池基本保持在满电荷状态包括:直接从交流发电机向电气系统供电。

14. 如权利要求10所述的方法,其中,所述第一蓄电池的内部电阻随着第一蓄电池电荷状态的增加而增加。

15. 如权利要求10所述的方法,其中,通过第二蓄电池向电气系统供电包括:第二蓄电池具有正电荷状态时,单独向电气系统供电。

16. 如权利要求10所述的方法,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸时,第一蓄电池的电压范围为11.2至12.9伏,所述第二蓄电池化学成分为锂镍锰钴氧化物时,第二蓄电池的电压范围为13.2至16.4伏。

17. 如权利要求10所述的方法,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸,所述第二蓄电池化学成分为锂镍锰钴氧化物、锂镍钴铝氧化物或锂镍锰钴氧化物-锂镍钴铝氧化物。

18. 如权利要求10所述的方法,其中,所述第二蓄电池的电压范围与第一蓄电池的电压范围不重叠,所述第一蓄电池的电压范围包括第一蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压,第二蓄电池的电压范围包括第二蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压。

19. 一种用于运行12伏汽车蓄电池系统的方法,包括:

在再生制动之前,通过蓄电池控制单元将第一蓄电池保持在不到满电荷的状态,以增加与第一蓄电池并联耦合的第二蓄电池的储电容量,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,第二蓄电池化学成分的库仑效率高于第一蓄电池化学成分的库仑效率;

在再生制动之前,通过蓄电池控制单元将第二蓄电池保持在阈值电压;

在再生制动期间产生电力;以及

通过第一蓄电池和第二蓄电池捕捉再生制动期间产生的电力。

20. 如权利要求19所述的方法,其中,将第一蓄电池保持在不到满电荷状态包括降低阈值电压,其中,所述阈值电压与不到满电荷状态下的第一蓄电池的电压对应。

21. 如权利要求19所述的方法,其中,所述第一蓄电池和第二蓄电池局部电压匹配,使得所述第一蓄电池的电压范围与第二蓄电池的电压范围局部重叠,其中,电压重叠与第二蓄电池的总电荷状态范围的1-74%对应,所述第一蓄电池的电压范围包括第一蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压,第二蓄电池的电压范围包括第二蓄电池在0-100%电荷状

态之间的开路电压。

22. 如权利要求19所述的方法,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸,所述第二蓄电池化学成分为钛酸锂/锂镍锰钴氧化物、镍-金属氢化物或磷酸锂铁。

23. 如权利要求19所述的方法,其中,所述第一蓄电池和所述第二蓄电池电压匹配,使得所述第一蓄电池的电压范围与所述第二蓄电池的电压范围大部分重叠,其中,电压重叠与第二蓄电池的总电荷状态范围的75-100%对应,所述第一蓄电池的电压范围包括第一蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压,第二蓄电池的电压范围包括第二蓄电池在0-100%电荷状态之间的开路电压。

24. 如权利要求19所述的方法,其中,所述第一蓄电池化学成分为铅酸,所述第二蓄电池化学成分为钛酸锂/锂锰氧化物或镍锌。

25. 如权利要求19所述的方法,其中,将第一蓄电池基本保持在不到满电荷的状态包括使第一蓄电池进行微循环,其中,使第一蓄电池进行微循环包括:

所述第一蓄电池处于下限阈值电荷状态时,打开交流发电机,以对第一蓄电池充电,直到第一蓄电池达到上限阈值电荷状态;以及

所述第一蓄电池达到上限阈值电荷状态时,关闭交流发电机,以使第一蓄电池能够向电气系统提供电力,直到第一蓄电池达到下限阈值电荷状态。

26. 如权利要求25所述的方法,其中,所述上限阈值电荷状态约为85%电荷状态,下限阈值电荷状态约为80%电荷状态。

27. 如权利要求25所述的方法,其中,所述上限阈值电荷状态约为65%电荷状态,下限阈值电荷状态约为60%电荷状态。

用于具有两种不同化学成分的蓄电池的无源结构

背景技术

[0001] 本公开总体涉及蓄电池和蓄电池系统领域。更具体地,本公开涉及可用于车辆环境以及其他储能/耗能应用的蓄电池系统。

[0002] 本节的目的是给读者介绍可能与本公开的各个方面有关的本领域的各个方面,具体如下文所述。相信这些讨论有助于为读者提供背景信息,以便于更好地理解本公开的各个方面。由此,应理解的是,应从这个角度阅读这些描述,不应将其视为对现有技术的承认。

[0003] 车辆一般使用一个或多个蓄电池系统对车辆中的部件供电,包括空调、收音机、报警系统和其他电子元件。为了减少有害排放物的量,并提高车辆的燃油效率,对车辆技术进行了改进。例如,某些车辆(例如,微混合动力车辆)在车辆怠速时可能会停用内燃机,在需要推力时利用蓄电池系统继续为电子元件供电以及重新启动(例如,用曲柄启动)发动机。此处所述的车辆怠速时停用发动机并重新启动发动机的能力称为“自动停车”操作。此外,某些车辆在车辆减速或滑行时可利用诸如再生制动的技术产生和储存电力。更具体地,车辆减速时,再生制动系统可将机械能转换成电能,随后电能可能会被储存和/或用于对车辆供电。

[0004] 因此,随着车辆技术(例如,自动停车和再生制动技术)的持续发展,需要为这种车辆提供改进的电源(例如,蓄电池系统或模块)。例如,有利的是,可提高这种电源的电力储存和配电效率。

发明内容

[0005] 与公开主题的范围对应的某些实施例概述如下。这些实施例并不是为了限制本公开的范围,相反,这些实施例仅用于提供某些公开实施例的概述。实际上,本公开可包含可与下文所述的实施例相似或不同的各种形式。

[0006] 本公开涉及蓄电池和蓄电池系统。更具体地,本公开涉及各种电化学和静电能储存技术(例如,铅酸蓄电池、镍锌蓄电池、镍-金属氢化物蓄电池以及锂蓄电池)。特定实施例涉及可用于车辆环境(例如,微混合动力车辆)以及其他储能/耗能应用(例如,电网的储能)的双化学成分蓄电池模块。

[0007] 更具体地,所述双化学成分蓄电池模块可包括使用第一蓄电池化学成分的第一蓄电池以及使用第二蓄电池化学成分的第二蓄电池。所述第一蓄电池和第二蓄电池可以各种并联结构连接,例如,无源、半无源、开关无源、半有源或有源结构。例如,在无源结构中,所述第一蓄电池和第二蓄电池可与蓄电池模块的端子直接耦合。为了增加对蓄电池模块的控制量,在半无源结构内,可在第一蓄电池或第二蓄电池与蓄电池模块端子之间设置开关。所述开关可断开/闭合,以选择性地连接第一蓄电池或第二蓄电池。在开关无源结构内,可在第一蓄电池和第二蓄电池二者与蓄电池模块端子之间设置开关。因此,开关可使第一蓄电池和第二蓄电池二者能够被相对独立控制。在半有源结构内,可在第一蓄电池或第二蓄电池与蓄电池模块端子之间设置直流-直流变换器。直流-直流变换器可用来选择性地连接第一蓄电池或第二蓄电池,并使得能够使用恒压交流发电机。在有源结构内,可在第一蓄电池

和第二蓄电池二者与蓄电池模块端子之间设置直流-直流变换器。所述直流-直流变换器可使第一蓄电池和第二蓄电池二者能够被相对独立控制,并使得能够使用恒压交流发电机。

[0008] 另外,所述第一蓄电池和第二蓄电池中使用的蓄电池化学成分可根据每个蓄电池的所需特性进行选择。例如,所述第一蓄电池可使用铅酸化学成分提供大浪涌电流,这种电流可用于启动(例如,用曲柄启动)内燃机。所述第二蓄电池可使用库仑效率和/或充电功率吸收率(例如,最大充电电压或充电电流)高于第一蓄电池的各种化学成分(例如,镍锰钴氧化物、锂锰氧化物/镍锰钴氧化物,或锂锰氧化物/钛酸锂)。此处使用的术语“库仑效率”和“充电功率吸收率”可互换地用于描述充电效率。换句话说,例如,在捕捉再生电力时,所述第二蓄电池的再充电效率较高、速率较快。由此,在某些实施例中,所述第一蓄电池可为主电源,第二蓄电池可通过(例如)捕捉、储存和分配再生电力作为第一蓄电池的补充。

[0009] 由此,在第一实施例中,蓄电池系统包括:与电气系统直接耦合的第一蓄电池,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及,与第一蓄电池并联、与电气系统直接耦合的第二蓄电池,其中,第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,该第二蓄电池化学成分的库仑效率高于第一蓄电池化学成分的库仑效率。所述第二蓄电池用于捕捉再生制动期间产生的再生电力的大部分,并提供捕捉的再生电力,以单独或与第一蓄电池相结合地向电气系统供电。

[0010] 在另一个实施例中,蓄电池系统包括:与电气系统耦合的第一蓄电池,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及,通过开关与电气系统选择性耦合并与第一蓄电池并联的第二蓄电池,其中,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,该第二蓄电池化学成分的库仑效率高于第一蓄电池化学成分的库仑效率。所述开关用于将第二蓄电池与电气系统耦合,以使第二蓄电池能够捕捉再生制动期间产生的再生电力的大部分,并使第二蓄电池能够提供再生电力单独地或与第一蓄电池相结合地向电气系统供电。

[0011] 在另一个实施例中,蓄电池系统包括:通过开关与电气系统选择性耦合的第一蓄电池,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及,与第一蓄电池并联、与电气系统直接耦合的第二蓄电池,其中,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,该第二蓄电池化学成分的充电功率吸收率高于第一蓄电池化学成分的。所述开关用于将第一蓄电池与电气系统断开,以便在再生制动期间能够以高于第一蓄电池最大充电电压的电压下对第二蓄电池充电。

[0012] 在另一个实施例中,蓄电池系统包括:与电气系统耦合的第一蓄电池,其中,所述第一蓄电池包括第一蓄电池化学成分;以及,通过直流-直流变换器与电气系统选择性耦合并与第一蓄电池并联的第二蓄电池,其中,所述第二蓄电池包括第二蓄电池化学成分,该第二蓄电池化学成分的库仑效率和/或充电功率吸收率高于第一蓄电池化学成分的库仑效率和/或充电功率吸收率。所述直流-直流变换器用于将第二蓄电池与电气系统耦合,以使第二蓄电池能够捕捉再生制动期间产生的再生电力的大部分,并使第二蓄电池能够提供再生电力单独地或与第一蓄电池相结合地向电气系统供电。

附图说明

[0013] 通过参考附图阅读下列详细说明,将更好地理解本公开的这些和其他特征、方面和优点,在整个附图中,相同符号代表相同部件,其中:

- [0014] 图1是根据本方法一个实施例的车辆(例如,微混合动力车辆)的立体图;
- [0015] 图2是根据本方法一个实施例的图1所示车辆的示意图,示出了通过车辆进行的电力分配;
- [0016] 图3是根据本方法一个实施例的具有第一蓄电池和第二蓄电池的蓄电池系统的示意图;
- [0017] 图4是示出根据本方法一个实施例的各种蓄电池化学成分的电压特性的图;
- [0018] 图5是示出根据本方法一个实施例的非电压匹配蓄电池化学成分的电压特性的图;
- [0019] 图6是示出根据本方法一个实施例的局部电压匹配蓄电池化学成分的电压特性的图;
- [0020] 图7是示出根据本方法一个实施例的电压匹配蓄电池化学成分的电压特性的图;
- [0021] 图8是根据本方法一个实施例的无源蓄电池结构的示意图;
- [0022] 图9是描述根据本方法一个实施例的随着时间对车辆进行的各种假想操作的图;
- [0023] 图10A是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有非电压匹配蓄电池化学成分的无源蓄电池系统的电压的图;
- [0024] 图10B是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的无源蓄电池系统的第一实施例的电压的图;
- [0025] 图10C是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的无源蓄电池系统的第二实施例的电压的图;
- [0026] 图10D是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆、具有电压匹配蓄电池化学成分的无源蓄电池系统的电压的图;
- [0027] 图11A是根据本方法一个实施例的具有用于选择性连接第一蓄电池的开关的半无源蓄电池结构的示意图;
- [0028] 图11A是根据本方法一个实施例的具有用于选择性连接第二蓄电池的开关的半无源蓄电池结构的示意图;
- [0029] 图12A是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有非电压匹配蓄电池化学成分的半无源蓄电池系统的电压的图;
- [0030] 图12B是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的半无源蓄电池系统的第一实施例的电压的图;
- [0031] 图12C是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的半无源蓄电池系统的第二实施例的电压的图;
- [0032] 图12D是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有电压匹配蓄电池化学成分的半无源蓄电池系统的电压的图;
- [0033] 图13是根据本方法一个实施例的开关无源蓄电池结构的示意图;
- [0034] 图14A是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有非电压匹配蓄电池化学成分的开关无源蓄电池系统的电压的图;
- [0035] 图14B是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的开关无源蓄电池系统的第一实施例的电压的图;
- [0036] 图14C是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配

蓄电池化学成分的开关无源蓄电池系统的第三实施例的电压的图；

[0037] 图14D是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有电压匹配蓄电池化学成分的开关无源蓄电池系统的电压的图；

[0038] 图15A是根据本方法一个实施例的具有用于选择性连接铅酸蓄电池的直流-直流变换器的半有源蓄电池结构的示意图；

[0039] 图15B是根据本方法一个实施例的具有用于选择性连接第二蓄电池的直流-直流变换器的半有源蓄电池结构的示意图；

[0040] 图16是根据本方法一个实施例的用于半有源或有源结构,具有旁通路径的直流-直流变换器的第一实施例的框图；

[0041] 图17是根据本方法一个实施例的用于半有源或有源结构的、具有旁路的直流-直流变换器的第二实施例的框图；

[0042] 图18A是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有非电压匹配蓄电池化学成分的半有源蓄电池系统的电压的图；

[0043] 图18B是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的半有源蓄电池系统的第一实施例的电压的图；

[0044] 图18C是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部匹配蓄电池化学成分的半有源蓄电池系统的第三实施例的电压的图；

[0045] 图18D是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有电压匹配蓄电池化学成分的半有源蓄电池系统的电压的图；

[0046] 图19是根据本方法一个实施例的有源蓄电池结构的示意图；

[0047] 图20A是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有非电压匹配蓄电池化学成分的有源蓄电池系统的电压的图；

[0048] 图20B是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的有源蓄电池系统的第一实施例的电压的图；

[0049] 图20C是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有局部电压匹配蓄电池化学成分的有源蓄电池系统的第三实施例的电压的图；

[0050] 图20D是示出根据本方法一个实施例的用于图9所示的车辆的、具有电压匹配蓄电池化学成分的有源蓄电池系统的电压的图；

[0051] 图21是根据本方法一个实施例的开关有源蓄电池结构的示意图。

具体实施方式

[0052] 下文将对本技术的一个或多个具体实施例进行说明。为了提供这些实施例的简要描述,说明书中并非描述了实际实施方式的所有特征。应理解的是,在任何这种实际实施方式的开发过程中(例如,在任何工程或设计项目中),必须做出针对某个实施方式的许多决定,以实现开发者的具体目标(例如,满足系统相关和业务相关约束条件,这些条件在各个实施方式之间可能有所不同)。另外,应理解的是,在开发上所做的这种努力可能很复杂、耗时,但是,对于得益于本公开的普通技术人员来说则是在设计、制造和生产过程中的程式性任务。

[0053] 如上文所述,与更传统的天然气动力车辆相比,车辆技术有所提高,更加节约燃油

和/或减少了有害排放物。例如,微混合动力车辆在怠速时,停用车辆的内燃机。车辆内燃机停用时,蓄电池系统可继续向车辆的电气系统(可包括车辆收音机、空调、电子控制单元等)供电。另外,再生制动车辆捕捉并储存 车辆制动或滑行时产生的电力。在某些实施例中,产生的电力随后可用于向车辆的电气系统供电。在其他实施例中,产生的电力可用于在(例如)再生储电系统的用电需求较高时稳定电压。

[0054] 鉴于与传统天然气动力车辆相比的优点,一般生产传统天然气动力车辆的制造商可能希望他们的车辆生产线上运用改进的车辆技术(例如,微混合动力技术或再生制动技术)。这些制造商通常用他们的一个传统车辆平台作为起点。一般来说,传统天然气动力车辆在设计中采用12伏蓄电池系统(例如,7-18伏电压),例如,单个12伏铅酸蓄电池。由此,单个铅酸蓄电池可适用于改进的车辆技术。例如,铅酸蓄电池可用于捕捉和储存再生电力和/或在自动停车期间向电气系统供电。但是,在某些实施例中,由于铅酸蓄电池化学成分的原因,其库仑效率和/或充电功率吸收率较低,从而铅酸蓄电池在捕捉再生电力时的效率可能较低。此处使用的术语“库仑效率”和“充电功率吸收率”可互换地用于描述充电效率和充电速率。另外,为了满足自动停车期间的电力需求,要增加铅酸蓄电池的容量,这会增加成本。因此,有利的是,需要在与现有车辆的电气系统基本相符的同时,提高蓄电池系统中的储电效率以及对车辆的电气系统的配电效率。

[0055] 由此,本公开的实施例包括便于提供改进的12伏蓄电池系统的蓄电池系统物理特征。此处使用的术语“12伏蓄电池系统”用于描述向电气系统提供7-18伏电压的蓄电池系统。例如,在某些实施例中,所述蓄电池模块可包括多种不同蓄电池化学成分,以提高蓄电池模块的储电和配电效率。更具体地,所述蓄电池模块可包括具有第一蓄电池化学成分的第一蓄电池(例如,主蓄电池)和具有第二蓄电池化学成分的第二蓄电池(例如,副蓄电池),具体如下文所述。此处使用的术语“蓄电池”用于描述利用各种化学反应以储存和/或配送电力的储能装置。在某些实施例中,所述第一蓄电池和第二蓄电池可协力运行。例如,所述第一(例如,主)蓄电池可有效地提供大量电流,(例如)以启动内燃机,所述第二蓄电池(例如,电源设备)由于其较高的库仑效率和/或较高的充电功率吸收率,可有效地捕捉和储存产生的电力。另外,所述第二蓄电池中储存的电力可用于向车辆的电气系统供电。换句话说,所述第一蓄电池可 为主电源,第二蓄电池可作为对第一蓄电池的补充,在某些实施例中,这样可减少蓄电池模块的储存容量和/或总的物理尺寸。

[0056] 为了便于用第二蓄电池补充第一蓄电池,所述第一蓄电池和第二蓄电池可以各种并联结构连接。例如,所述蓄电池模块可使用无源结构、半无源结构、开关无源结构、半有源结构或有源结构。在无源结构中,所述第一蓄电池和第二蓄电池可与蓄电池模块的端子直接耦合,这可降低蓄电池系统的控制算法的复杂度,具体如下文所述。在半无源结构中,所述第一蓄电池和第二蓄电池的其中之一可通过开关与蓄电池模块的端子耦合,另一个可直接耦合到蓄电池模块的端子。在某些实施例中,所述开关可使第一蓄电池或第二蓄电池选择性连接/断开,从而增加对蓄电池模块的运行的控制。在开关无源结构中,所述第一蓄电池和第二蓄电池均可通过开关与蓄电池模块的端子耦合。在某些实施例中,所述开关可使第一蓄电池和第二蓄电池受到相对独立的控制(例如,连接/断开),从而进一步增加对蓄电池模块的运行的控制。在其他实施例中,所述开关可用直流-直流变换器代替,以便能够使用恒压交流发电机。例如,在半有源结构中,所述第一蓄电池或第二蓄电池的其中之一通过

直流-直流变换器与蓄电池模块端子耦合。在有源结构中,所述第一蓄电池和第二蓄电池均可通过直流-直流变换器与蓄电池模块的端子耦合。在某些实施例中,与使用传统12伏蓄电池系统(例如,单个12伏铅酸蓄电池)的自动停车技术相比,使用本文所述的技术可节约燃油、将有害排放物减少3-5%,因为通过更有效地捕捉再生电力,减少了交流发电机上的负荷。

[0057] 基于上文所述,图1是车辆10(例如,微混合动力车辆)的一个实施例的立体图。虽然以下讨论与微混合动力车辆有关,但本文所述的技术也可应用于其他车辆,包括电力和天然气动力车辆。如上所述,蓄电池系统12最好与传统车辆设计广泛兼容。由此,可将蓄电池系统12置于微混合动力车辆10内容纳传统蓄电池的位置。例如,如图所示,所述微混合动力车辆10可包括蓄电池系统12A,所述蓄电池系统12A的位置与典型内燃机车辆的铅酸蓄电池的位置相似(例如,位于车辆10的引擎罩下方)。另一个示例是,在某些实施例中,所述微混合动力车辆10可包括蓄电池系统12B,所述蓄电池系统12B的位置靠近微混合动力车辆10的质量中心,例如,驾驶员或乘客座椅的下方。另一个示例是,在某些实施例中,所述微混合动力车辆10可包括蓄电池系统12C,所述蓄电池系统12C位于后排乘客座椅下方或靠近车辆行李箱。应理解的是,在某些实施例中,将蓄电池系统12(例如,蓄电池系统12B或12C)置于车辆车厢内或车厢附近可利用车辆车厢的空气冷却蓄电池系统12(例如,利用散热器或强制风冷设计)。

[0058] 为了简化对蓄电池系统12的讨论,下文将关于图2所示的布置在车辆10的引擎罩下方的蓄电池系统12A对蓄电池系统12进行讨论。如图所示,所述蓄电池系统12包括与点火系统16耦合的蓄电池模块14、内燃机18和再生制动系统20。更具体地,所述蓄电池模块14可向点火系统16供电,以启动(即,用曲柄启动)内燃机18。在某些实施例中,所述点火系统16可包括传统起动器和/或带式起动器发电机(BSG)。所述再生制动系统20可捕捉能量,以对蓄电池模块14充电。在某些实施例中,所述再生制动系统20可包括交流发电机(例如,带式起动器发电机(BSG),一个或多个电机)用于将机械能转换成电能,和/或控制部件。

[0059] 另外,如上所述,所述蓄电池系统12可向车辆的电气系统的部件供电。例如,所述蓄电池系统12可向散热器冷却风扇、气候控制系统、电动转向系统、主动悬架系统、自动泊车系统、电动油泵、电动增压器/涡轮增压器、电动水泵、电热挡风玻璃/除霜器、车窗升降电机、阅读灯、胎压监测系统、天窗电机控制器、电动座椅、警报系统、信息娱乐系统、导航特征、车道偏离警示系统、电动停车制动器、外部灯光或其任何组合供电。图2所示的蓄电池系统12向加热、通风和空调(HVAC)系统22和车辆中控台24供电。

[0060] 为了便于蓄电池系统12向车辆的电气系统的各个部件(例如,HVAC系统22和车辆中控台24)供电,所述蓄电池模块14包括第一端子26和第二端子28。在某些实施例中,所述第二端子28可提供接地,所述第一端子26可提供7-18伏的正电压。蓄电池模块14的一个实施例的更详细视图如图3所示。如上所述,所述蓄电池模块14的尺寸可与典型铅酸蓄电池相当,以限制为了适应蓄电池系统12而对车辆10的设计所做的修改。例如,所述蓄电池模块14可与H6蓄电池的尺寸相似,可约为13.9英寸×6.8英寸×7.5英寸。如图所示,所述蓄电池模块14可包括在单个连续外壳内。在其他实施例中,所述蓄电池模块14可包括耦合在一起的多个外壳(例如,包括第一蓄电池的第一外壳和包括第二蓄电池的第二外壳)。

[0061] 如图所示,所述蓄电池系统14包括第一端子26、第二端子28、第一蓄电池(例如,铅

酸蓄电池)30、第二蓄电池32和蓄电池控制单元34。此处使用的术语“蓄电池控制单元”一般指控制蓄电池系统12的运行的控制部件,例如,蓄电池模块或交流发电机内的开关。所述蓄电池模块14的运行可由蓄电池控制单元34控制。例如,所述蓄电池控制单元34可调节(例如,限制或增加)蓄电池模块14中的每个蓄电池的电力输出,在蓄电池之间进行负载平衡,控制蓄电池的充电和放电(例如,通过开关或直流-直流变换器),确定每个蓄电池和/或整个蓄电池模块14的电荷状态,启动主动冷却机构等。由此,所述蓄电池控制单元34可包括至少一个存储器35和至少一个处理器37,所述至少一个处理器37被编程用于执行控制算法,以进行这些任务。此外,如图所示,所述蓄电池控制单元34可包括在蓄电池模块14内。在其他实施例中,所述蓄电池控制单元34可与蓄电池模块14分离,例如,作为独立模块。

[0062] 另外,如图所示,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32通过第一端子26和第二端子28并联,以便对蓄电池进行充电和放电。如上所述,所述蓄电池端子26和28可输出储存在蓄电池模块14中的电力,以向车辆的电气系统供电。另外,所述蓄电池端子26和28还可向蓄电池模块14输入电力,以便在(例如)交流发电机通过再生制动产生电力时使第一蓄电池30和第二蓄电池32充电。

[0063] 如图3所示,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32分离,从而可以根据所需特性(例如,输出电压)对每个蓄电池进行配置。例如,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32的输出电压可取决于每个蓄电池内的蓄电池单元36的配置(例如,串联或并联)和所选的蓄电池化学成分。蓄电池单元的配置和所选蓄电池化学成分可产生不同的电压特性(例如,非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配),具体如下文所述。更具体地,不同的电压特性可使第一蓄电池30和第二蓄电池32在本文所述的各种结构(例如,无源、半无源、开关无源、半有源或有源)中以不同方式运行。

[0064] 可用于第一蓄电池30和第二蓄电池32的各种化学成分的示例如下表1所述。表1仅为图解说明,并不是蓄电池化学成分的穷举列表。具有相似特性的其他蓄电池化学成分也可用于本文所述的技术。

[0065]

		NMC	LTO/ NMC	LTO/ LMO	NiMH	NiZn	LFP	PbA
标称电压	V	3.6- 3.75	2.5	2.51	1.2	1.65	3.3	12
最低电压	V	2.4- 3.0	2	1.5	1	1.1	2.5	8
最高电压	V	4.1- 4.3	2.8	2.8	1.5	1.9	3.65	18
平均容量 (充电 速率, 20° C)	Ah	3.8- 5.5	3.5	3.3	6.5	39-40	2.3	64-75

[0066] 表1: 蓄电池单元化学特性

[0067] 表1描述了单个锂镍锰钴氧化物(NMC)、钛酸锂氧化物/锂镍锰钴氧化物(LTO/NMC)、钛酸锂氧化物/锂锰氧化物(LTO/LMO)、镍-金属氢化物(NiMH)、镍-锌(NiZn)、磷酸锂铁(LFP)蓄电池单元的特性。更具体地, NMC蓄电池的化学成分指锂镍锰钴氧化物阴极和石墨阳极, LTO/NMC蓄电池的化学成分指锂锰氧化物阴极和钛酸锂阳极, LTO/LMO蓄电池的化学成分指锂锰氧化物阴极和钛酸锂阳极, 并且LFP蓄电池的化学成分指磷酸锂铁阴极和石墨阳极。另外, 表1描述了12伏铅酸(PbA)蓄电池的特性。

[0068] 如上所述, 所述第一蓄电池30和第二蓄电池32中使用的蓄电池化学成分可根据所需特性进行选择。在某些实施例中, 为第二蓄电池32所选的蓄电池化学成分的效率(例如, 最大充电电流或充电电压)可较高, 以提高蓄电池系统14的捕捉、储存和/或分配效率。例如, NMC蓄电池化学成分, 由于其最大充电电压较高(例如, 四个蓄电池串联时为16.8伏)并且最大充电电流较高(例如, 200A), 可选择用于缩短第二蓄电池32的充电时间。此处使用的术语“最大充电电压”表示, 如果超过这个电压, 则可能对蓄电池产生不利影响。如图所示, 铅酸蓄电池的最大充电电压可为14.8伏, 因为在较高电压(例如, 16.8伏)下充电时, 所述铅酸蓄电池可能会开始析气(例如, 产生氢气和/或氧气), 可能会对铅酸蓄电池的寿命产生不利影响。另外, 为第一蓄电池30(例如, 铅酸)所选的化学成分可具有较高能量密度, 为第二蓄电池(例如, 电源设备)所选的化学成分可具有较高功率密度。

[0069] 另外, 如上所述, 所述蓄电池单元36可按能获得预期特性的方式设置(例如, 串联或并联)。例如, 将四个NMC蓄电池单元串联时, 产生的标称电压是14.63伏, 与图4所示的NMC电压曲线38对应。更具体地, 图4是描述蓄电池的全部电荷状态范围(例如, 从0%电荷状态到100%电荷状态)下, 使用不同蓄电池化学成分的第一蓄电池30或第二蓄电池32的电压的XY曲线图, 其中, 电荷状态显示在X轴上, 电压显示在Y轴上。

[0070] 除描述NMC蓄电池的电压特性之外, 图4还描述了上述蓄电池化学成分的开路(例

如,静态)电压特性(例如,开路电压范围)。更具体地,图4还示出了LTO/NMC电压曲线40、NiMH电压曲线42、LFP电压曲线44、LTO/LMO电压曲线46、NiZn电压曲线48,以及PbA电压曲线50。如上所述,蓄电池单元36(例如,NMC蓄电池单元、LTO/LMO蓄电池单元或LTO/NMC蓄电池单元)可设于每个蓄电池30或32内,以具有与图4所示的曲线(例如,NMC电压曲线38、LTO/NMC电压曲线40或LTO/LMO电压曲线46)对应的特性。另外,由于电压范围在8-17伏之间,使用图4所示的蓄电池化学成分的双化学成分蓄电池模块可基本与12伏蓄电池系统一致。换句话说,双化学成分蓄电池模块可向设计成由传统12伏蓄电池系统(例如,单个12伏铅酸蓄电池)供电的电气系统供电。

[0071] 根据图4所示的蓄电池电压曲线,可选择不同的蓄电池化学成分对。换句话说,可为第一蓄电池30选择第一蓄电池化学成分,可为第二蓄电池32选择第二蓄电池化学成分。根据化学成分对的不同,所述蓄电池模块14的功能可能不同。更具体地,所选的化学成分对可使第一蓄电池30和第二蓄电池32为非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配。此处使用的术语“非电压匹配”表示第一蓄电池30和第二蓄电池32的开路电压范围不重叠,“局部电压匹配”表示第一蓄电池30和第二蓄电池32的开路电压范围局部重叠(例如,电压重叠量与第二蓄电池的总电荷状态范围的1-74%对应),“电压匹配”表示第一蓄电池30和第二蓄电池32的电压大幅度重叠(例如,电压重叠量与第二蓄电池的总电荷状态范围的75-100%对应)。应注意的是,如上所述,所述第二蓄电池32的库仑效率和/或充电功率吸收率高于第一蓄电池30。换句话说,蓄电池匹配特性是基于库仑效率和/或充电功率吸收率较高的蓄电池(例如,第二蓄电池)与另一个蓄电池(例如,第一蓄电池)的关系描述的。

[0072] 以图解方式,非电压匹配蓄电池的一个示例的电压曲线在图5中示出,局部电压匹配蓄电池的一个示例的电压曲线在图6中示出,电压匹配蓄电池的一个示例的电压曲线在图7中示出,每个图均为示出图4中的蓄电池电压曲线的XY曲线图。为了简化以下讨论,下文将第一蓄电池30描述为铅酸蓄电池,将第二蓄电池32描述为使用上述蓄电池化学成分中的另一种蓄电池。每个蓄电池的电压可随着其电荷状态(SOC)的不同而不同,具体如下文所述。例如,0%电荷状态下的铅酸蓄电池30的电压可为11.2伏,在50%电荷状态下,其电压可为12.2伏,在100%电荷状态,其电压可为12.9伏。换句话说,所述铅酸蓄电池的电压范围为11.2-12.9伏。虽然以下讨论关于铅酸蓄电池和第二蓄电池进行,但本公开的技术也可用于具有相同特性(例如,非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配)的其他蓄电池对。

[0073] 如图5所示,所述第二蓄电池32为NMC蓄电池时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32非电压匹配,因为PbA电压曲线50与NMC电压曲线38没有重叠点。换句话说,无论其各自的电荷状态(SOC)如何,所述铅酸蓄电池30的开路电压和第二蓄电池32的电压都不重叠。为了便于图解说明,所述铅酸蓄电池30的开路电压范围为11.2-12.9伏,NMC蓄电池32的开路电压范围为13.3-16.4伏。由此,所述第二蓄电池32处于其最低电压(例如,0%电荷状态)时,其电压约为13.3伏。另一方面,所述铅酸蓄电池30处于其最高电压(例如,100%电荷状态)时,其电压约为12.9伏。在其他实施例中,所述第二蓄电池32为锂镍钴铝氧化物(NCA)(例如,石墨阳极和NCA阴极)或NMC-NCA蓄电池(例如,石墨阳极和混合NMC-NCA阴极)时,所述蓄电池还可非电压匹配。

[0074] 如图6所示,所述第二蓄电池32为LTO/NMC蓄电池时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32为局部电压匹配,因为PbA电压曲线50与LTO/NMC电压曲线40局部重叠。换句话说,根

据其各自的电荷状态的不同,所述铅酸蓄电池30的开路电压和第二蓄电池32的开路电压可相同。为了便于图解说明,所述铅酸蓄电池30的开路电压范围为11.2-12.9伏,LTO/NMC蓄电池32的开路电压范围为11.8-16伏。如上所述,电压重叠量与第二蓄电池的总电荷状态范围的1-74%对应时,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32可局部电压匹配。在所示实施例中,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32可在11.8-12.9伏之间重叠。例如,所述第二蓄电池32在20%电荷状态下,铅酸蓄电池30在100%电荷状态下时,两者的电压均约为12.9伏。换句话说,所述第二蓄电池32处于0-20%的电荷状态(例如,总电荷状态范围的20%)时,两个电压可重叠。根据图4所示的蓄电池电压曲线,在其他实施例中,所述第二蓄电池32为NiMH或LFP蓄电池时,所述蓄电池30和32也可局部电压匹配。在其他实施例中,所述第二蓄电池32为LTO/NMC-LMO蓄电池(例如,LTD阳极和NMC-LMO阴极)时,所述蓄电池也可非电压匹配。

[0075] 如图7所示,所述第二蓄电池32为LTO/LMO蓄电池时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池电压匹配,因为PbA电压曲线50与LTO/LMO电压曲线46大幅度重叠。换句话说,在其各自电荷状态的大部分下,所述铅酸蓄电池30的开路电压和第二蓄电池32的开路电压可相同。为了便于图解说明,所述铅酸蓄电池30的开路电压范围为11.2-12.9伏,LTO/NMC蓄电池32的开路电压范围为11.5-13.3伏。如上所述,电压重叠量与第二蓄电池的总电荷状态范围的75-100%对应时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32可电压匹配。在所示实施例中,所述第一蓄电池30和第二蓄电池32可在11.5-12.9伏之间重叠。例如,所述第二蓄电池32在75%电荷状态下,铅酸蓄电池30在100%电荷状态下时,两者的电压均约为12.9伏。换句话说,所述第二蓄电池32处于0-75%的电荷状态(例如,总电荷状态范围的75%)时,两个电压可重叠。根据图4所示的电压曲线,在其他实施例中,所述第二蓄电池为NiZn蓄电池时,所述蓄电池30和32也可电压匹配。

[0076] 所选的电压对(例如,非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配)可决定车辆内的蓄电池30和32的运行,具体如下文所述。另外,如上所述,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32以各种并联结构连接在蓄电池模块14内。由此,将所述蓄电池模块14与车辆10连接时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32也与车辆的其余部分(例如,点火系统16、再生制动系统20和车辆的电气系统)并联。

[0077] 更具体地,如上所述,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32可利用各种并联结构,包括无源结构、半无源结构、开关无源结构、半有源结构、有源结构或开关有源结构。无源结构52的一个实施例如图8所示,半无源结构54的实施例如图11A和图11B所示,开关无源结构56的一个实施例如图13所示,半有源结构58的实施例如图15A和15B所示,有源结构60的一个实施例如图19所示,具体如下文所述。如每个结构所示,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32通过总线68与起动机(例如,点火系统)62、交流发电机(例如,再生制动系统)64和车辆的电气系统66并联耦合。另外,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32选择性地通过开关70与起动机62连接。应理解的是,所述开关70可代表使铅酸蓄电池30和/或第二蓄电池32启动(例如,用曲柄启动)内燃机的各种机构,例如,电磁阀。每个结构之间的差别在于对铅酸蓄电池30和第二蓄电池32的每一个的运行的控制量,具体如下文所述。

[0078] 为了方便图解说明每个结构(例如,无源、半无源、开关无源、半有源和有源)之间的功能差别,下文将根据图9所示的车辆10的假想操作对每个结构进行说明。图9是时间0与时间8之间的各种车辆操作的XY曲线图,其中,Y轴是车速,X轴是时间(即,时间0到时间8)。

更具体地,在时间0与时间1之间,车辆10熄火72。此处使用的术语“熄火”表示操作人员(例如,驾驶员)当前没有使用车辆10。例如,熄火72可表示车辆10停在车库过夜。在熄火72期间,所述内燃机18关闭,即使操作人员离开,蓄电池系统12也会继续向仍然运行的车辆的电气系统66供电,例如,警报系统或发动机控制单元。由此,如图所示,车辆没有速度。

[0079] 在时间1,将车辆10冷启动74。此处使用的术语“冷启动”表示操作人员从熄火72状态开始启动(即,用曲柄启动)内燃机18。由此,在冷启动74期间,所述蓄电池系统12向点火系统16(例如,起动机62)供电,以启动内燃机18。启动内燃机18之后,在时间1与2之间,车辆10加速76。由此,如图所示,车辆10的速度增加。在时间2与时间3之间,车辆10巡航78。由此,如图所示,车辆10保持在相对恒定的速度。在车辆10加速76和巡航78时,所述蓄电池系统12向车辆的电气系统66(可包括HVAC系统22和车辆中控台24)供电。为了给蓄电池系统12充电,可定期打开交流发电机64,这会产生微循环,具体如下文所述。应注意的是,下文所述的实施例可使蓄电池30或32进行微循环,以达到目标电荷状态;但是,附加地或可替代地,在其他实施例中,所述交流发电机64可在车辆10加速76和/或巡航78时、在蓄电池30或32没有进行微循环的情况下直接向车辆的电气系统56供电。换句话说,所述交流发电机64可在(例如)车辆10加速76或巡航78时直接向车辆的电气系统供电。

[0080] 在时间3与时间4之间,车辆10减速,并通过再生制动80产生电力。由此,如图所示,车辆10的速度降低。更具体地,通过交流发电机64,将动能(例如,车辆的运动)转换成电力。产生的电力可由蓄电池系统12储存并/或用于向车辆的电气系统66供电。如以下将更详细地描述的,根据蓄电池系统12的配置的不同,产生的电力可在蓄电池30、第二蓄电池32或两者中储存并从中分配。在时间4与时间5之间,车辆10再次巡航82,在时间5与6之间,车辆10再次减速,并通过再生制动84产生电力。

[0081] 在时间6与时间7之间,车辆10进入自动停车86状态。如上所述,在自动停车86期间,在车辆10怠速时,内燃机18关闭。由此,如图所示,车辆没有速度。从自动停车86开始,为了重新驱动车辆,所述蓄电池系统12将内燃机18热启动88。此处使用的术语“热启动”表示从自动停车86状态开始启动(即,用曲柄启动)内燃机18。如下文进一步所述,用于将内燃机18热启动80的电力可能小于用于冷启动74的电力。启动内燃机18(即,用曲柄启动)之后,在时间7与时间8之间,车辆10再次加速90。

[0082] 在车辆处于自动停车86状态时,所述蓄电池系统12继续向车辆的电气系统66供电。另外,这可包括:向起动机62供电,从而将内燃机18热启动88。但是,在自动停车86状态下,由于内燃机18关闭,交流发电机64没有对蓄电池系统12充电。由此,如上所述,有利的是,可提高蓄电池系统12对再生制动(例如,80或84)期间产生的电力的储存(例如,捕捉)效率。另外,有利的是,可提高蓄电池系统在各种车辆运行过程(例如,巡航82、自动停车86、热启动88和/或加速90)中分配(例如,供应)储存电力的效率。

[0083] 如上所述,为了方便图解说明每种结构(例如,无源、半无源、开关无源、半有源、有源)之间的差别,下文将根据图9所示的车辆假想操作对使用每种结构的蓄电池系统12的运行进行说明。另外,下文还将对每种结构的不同蓄电池化学成分配置(例如,非电压匹配、局部电压匹配、电压匹配)进行说明。另外,为了简化以下讨论,下文将按蓄电池模块14(包括铅酸蓄电池30和第二蓄电池32)对蓄电池系统12进行讨论。但是,在其他实施例中,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32可位于车辆10的不同区域,例如,作为单独模块。

[0084] 双化学成分蓄电池的无源结构

[0085] 转到图8,示出了无源蓄电池系统52。如图所示,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32直接与总线68耦合。由此,蓄电池30和第二蓄电池32的运行可根据每个蓄电池的特性进行控制。更具体地,蓄电池30和32的充电和放电可根据铅酸蓄电池30和第二蓄电池32的电流舵特性(例如,内部电阻)进行控制。例如,所述铅酸蓄电池30充满电或几乎充满电时(例如,大体满电荷状态),铅酸蓄电池30可具有较高的内部电阻,该内部电阻将电流转向第二蓄电池32。另一方面,所述铅酸蓄电池30没到充满电状态时,可在铅酸蓄电池30和第二蓄电池32之间共用电流。换句话说,所述内部电阻可与蓄电池的电荷状态成正比关系(例如,若电荷状态较高,则内部电阻较高)。另外,所述第二蓄电池32的开路电压高于第一蓄电池30的时,第二蓄电池32可单独向(例如)电气系统66供电,直到其接近第一蓄电池的开路电压。所述第一蓄电池30开始供电的确切电压可取决于各种因素,例如,蓄电池的内部电阻和电气系统66的扩散电阻。

[0086] 鉴于以上内容,图10A-10D根据上文所述的车辆假想操作示出了无源蓄电池系统52的图解电压。图10A-10D是XY曲线图,每个图包括描述无源蓄电池系统在时间0与时间8之间的电压的电压曲线,其中,电压位于Y轴,时间位于X轴。更具体地,图10A描述了具有非电压匹配蓄电池对的无源蓄电池系统52,图10B描述了具有局部电压匹配蓄电池对的第一实施例的无源蓄电池系统52,图10C描述了具有局部电压匹配蓄电池对的第二实施例的无源蓄电池系统52,图10D描述了具有电压匹配蓄电池对的无源蓄电池系统52。图10A-10D各自示出了蓄电池系统的电压曲线。此处使用的术语“蓄电池系统电压”用于表示在蓄电池模块的端子上测量的动态电压。由于所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32均与总线68直接连接,蓄电池系统、铅酸蓄电池30和第二蓄电池32两端的电压基本相同。

[0087] 无源结构-非电压匹配

[0088] 如上所述,图10A描述了蓄电池30和32为非电压匹配时的无源蓄电池系统。图10A示出了无源蓄电池系统52的电压的电压曲线92。更具体地,所述电压曲线92基于图5所示的电压特性。换句话说,基于(例如)铅酸蓄电池30和NMC蓄电池32的电压特性。另外,如上所述,所述无源蓄电池系统52的运行(例如,充电和放电)可通过电流舵进行控制。另外,所述NMC蓄电池32的库仑效率和/或充电功率吸收率可高于铅酸蓄电池30的。由此,为了更有效地捕捉通过再生制动产生的电力,可基本在95-100%的电荷状态下运行铅酸蓄电池30,在基本0%的电荷状态下运行NMC蓄电池32。换句话说,铅酸蓄电池30保持在相对满电荷状态,以将产生的电力转向NMC蓄电池32,NMC蓄电池32保持在相对空电荷状态,以利用第二蓄电池32的全部储电容量(即,0-100%电荷状态)。

[0089] 由此,在熄火94期间(例如,在时间0与时间1之间),NMC第二蓄电池32可处于0%电荷状态。因此,所述铅酸蓄电池30可向车辆熄火94时运行的电气系统66的部件(例如,警报系统和发动机控制单元)供电。如图所示,所述蓄电池系统电压92可随着铅酸蓄电池电荷状态的下降而下降。在冷启动94状态下(例如,在时间1),所述蓄电池系统电压92随着铅酸蓄电池30向起动机62供电而急剧下降。由于车辆开始加速98和巡航100,随着所述交流发电机64周期性启动而对铅酸蓄电池30充电,所述蓄电池系统电压92进行微循环。更具体地,可启动所述交流发电机64,用于将铅酸蓄电池30充电到上限阈值(例如,100%电荷状态)。一旦所述铅酸蓄电池30达到上限阈值,可关闭交流发电机64,铅酸蓄电池30可继续向车辆的电

气系统66供电,直到其电荷状态达到下限阈值(例如,95%电荷状态)。一旦所述铅酸蓄电池30达到下限阈值,可再次启动交流发电机64以对铅酸蓄电池30充电。在当前实施例中,所述铅酸蓄电池30可在95-100%电荷状态之间进行微循环。

[0090] 随着车辆10减速并通过再生制动102产生电力(例如,在时间3与时间4之间),所述交流发电机64输出电力,对NMC蓄电池32充电。如上所述,由于所述铅酸蓄电池30的电荷状态较高,其内部电阻可能较高,产生的电力可能转向NMC第二蓄电池32,NMC第二蓄电池由于其库仑效率和/或充电功率吸收率较高,可更有效地捕捉再生电力。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压92开始随着NMC蓄电池32电荷状态的增加而增加。

[0091] 一旦车辆10开始巡航104(例如,在时间4与时间5之间),所述NMC第二蓄电池32可向车辆的电气系统66供电。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压92开始随着NMC蓄电池电荷状态的下降而下降。更具体地,由于所述NMC蓄电池电压(例如,13.3-16.6伏之间)高于铅酸蓄电池电压(例如,11.2-12.9伏),电流一般在NMC蓄电池32的电量几乎耗尽时才会流出铅酸蓄电池30。换句话说,在某些实施例中,所述NMC蓄电池32可单独向电气系统66供电,直到几乎耗尽电量,此时,铅酸蓄电池30也可开始供电。如上所述,所述铅酸蓄电池30开始放电时的NMC蓄电池电荷状态可取决于NMC蓄电池32放电时的内部电阻和/或电气系统66的扩散电阻。巡航104之后,车辆10再次减速106,并通过再生制动捕捉电力(例如,在时间5与时间6之间)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压92随着NMC蓄电池电荷状态的增加而增加。

[0092] 随着车辆怠速并进入自动停车108状态(例如,在时间6与时间7之间),所述NMC蓄电池32再次向电气系统66供电,所述蓄电池系统电压92随着NMC蓄电池电荷状态的下降而下降。在所示实施例中,将内燃机18热启动110时(例如,在时间7),所述NMC蓄电池32仍有几乎60%的电荷状态(例如,14.8伏)。由此,所述第二蓄电池32和铅酸蓄电池30均可向起动机62供电,以重新启动(例如,热启动)内燃机18。如图所示,所述蓄电池系统电压92再次急剧下降,以热启动内燃机18。如上所述,热启动110时的压降可能小于冷启动96时的压降。重新启动内燃机18之后,(例如)随着车辆加速112(例如,在时间7与时间8之间),所述NMC蓄电池32可继续单独向车辆的电气系统10供电,直到几乎耗尽电量。在所示实施例中,一旦所述NMC蓄电池32几乎耗尽电量,所述铅酸蓄电池30重新开始供电114。用第二蓄电池32供电直到耗尽电量(例如,0%电荷状态)使第二蓄电池32将其储电容量在捕捉再生电力上的用途最大化。由此,在某些实施例中,有利的是,在所述铅酸蓄电池30开始供电之前将NMC蓄电池32的电量耗尽。

[0093] 无源结构-局部电压匹配的第一实施例

[0094] 如上所述,图10B描述了根据第一实施例的蓄电池30和32为局部电压匹配时的无源蓄电池系统。图10B示出了根据第一实施例的铅酸蓄电池30和第二蓄电池32为局部电压匹配时的无源蓄电池系统52的电压的电压曲线116。更具体地,所述电压曲线116基于图6所示的电压特性。换句话说,基于(例如)铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。

[0095] 如上文根据非电压匹配对所述,可在95-100%电荷状态之间运行铅酸蓄电池30,以将再生电力转向LTO/NMC蓄电池32,LTO/NMC蓄电池可更有效地捕捉再生电力。由此,基于蓄电池30和32的电压特性(例如,电流舵),所述LTO/NMC蓄电池32可单独供电,直到其电压接近铅酸蓄电池的电压。此处所述的“电压”可称为“阈值电压”。由此,在当前实施例中,由于在95-100%电荷状态之间运行铅酸蓄电池30,所述LTO/NMC蓄电池32可单独向电气系统

66供电,直到接近约12.9伏的电压阈值,此时,所述铅酸蓄电池30或铅酸蓄电池30与LTO/NMC蓄电池32两者可向电气系统66供电。换句话说,一旦所述LTO/NMC蓄电池32下降到约20%的电荷状态,所述铅酸蓄电池可开始输出电力。因此,仅使用LTO/NMC蓄电池的储电容量的一部分。例如,在当前示例中,可使用LTO/NMC蓄电池的储电容量的80%(例如,在20-100%电荷状态之间)。此处使用的术语局部电压匹配蓄电池系统的“第一实施例”用于表示蓄电池30(例如,铅酸蓄电池)基本保持在满电荷状态(例如,100%电荷状态),第二蓄电池32保持在与阈值电压对应的电荷状态(例如,20%电荷状态)。

[0096] 在运行过程中,除LTO/NMC蓄电池32基本保持在20%电荷状态之外,局部电压匹配的第一实施例与上文所述的非电压匹配的实施例相似。换句话说,铅酸蓄电池30保持在相对满电荷状态,以将产生的电力转向LTO/NMC蓄电池32,而LTO/NMC蓄电池32保持在约20%电荷状态,以将第二蓄电池32的储电容量最大化(例如,20-100%电荷状态)。由此,在熄火118期间(例如,在时间0与时间1之间),所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32都可向车辆中的电气部件供电。如图所示,所述蓄电池系统电压116随着铅酸蓄电池和LTO/NMC蓄电池电荷状态的下降而下降。

[0097] 在冷启动120状态下(例如,在时间1),所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32均可向起动机62供电,以启动(例如,用曲柄启动)内燃机18。与非电压匹配实施例相似,所述蓄电池系统电压116急剧下降。但是,如图所示,非电压匹配冷启动96状态下的压降可大于局部电压匹配冷启动120的第一实施例中的压降。压降减少的原因在于,与仅使用铅酸蓄电池30相比,内燃机是使用铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32启动的。

[0098] 随着车辆10开始加速122和巡航124,所述蓄电池系统电压116开始进行微循环。更具体地,所述交流发电机64可使铅酸蓄电池30、LTO/NMC蓄电池32或它们两者进行微循环,以将铅酸蓄电池保持在95-100%电荷状态之间,将LTO/NMC蓄电池32保持在约20%电荷状态。随着车辆减速并通过再生制动126产生电力(例如,在时间3与时间4之间),所述交流发电机64输出电力,以对LTO/NMC蓄电池32充电。但是,如上所述,所述LTO/NMC蓄电池32的不到满储电容量可用于捕捉再生电力(例如,80%储电容量)。换句话说,所述LTO/NMC蓄电池32可在再生制动期间从20%电荷状态捕捉再生电力而到达100%电荷状态。由此,如图所示,随着LTO/NMC蓄电池电荷状态的增加,所述蓄电池系统电压116增加,直到LTO/NMC蓄电池32达到100%电荷状态。一旦所述LTO/NMC蓄电池32的储电容量已满128,所述蓄电池系统电压116保持相对恒定。

[0099] 随着车辆10巡航130(例如,在时间4与时间5之间),所述LTO/NMC蓄电池32可向车辆的电气系统提供电力,直到LTO/NMC蓄电池32接近阈值电压(例如,约20%电荷状态)。如上所述,可限制所述LTO/NMC蓄电池32的储电容量(例如,在20-100%电荷状态之间)。换句话说,假定容量相同,与上述非电压匹配实施例中所述的NMC蓄电池相比,所述LTO/NMC蓄电池32可提供的电力较少。由此,如图所示,随着LTO/NMC蓄电池电荷状态的下降,所述蓄电池系统电压116下降,直到LTO/NMC蓄电池32接近阈值电压(例如,约20%电荷状态)。如上所述,所述铅酸蓄电池30可在所述LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之前开始放电。确切时间点可取决于第二蓄电池32放电时的内部电阻和/或电气系统66的扩散电阻。例如,当所述LTO/NMC蓄电池32达到40%的电荷状态时,所述铅酸蓄电池30可开始供电。在达到阈值电压时,可定期启动所述交流发电机64,以使蓄电池系统(例如,铅酸蓄电池30、LTO/NMC蓄电池32或

两者)进行微循环132。在某些实施例中,在所述LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之后,所述第二蓄电池32可继续供电,但供电量减少。

[0100] 车辆10再次减速并将再生电力134捕捉入LTO/NMC蓄电池32中(例如,在时间5与时间6之间)。随后,在自动停车136期间(例如,在时间6与时间7之间),在内燃机18关闭时,捕捉的电力用于向电气系统66供电。如上文所述的巡航130情况,所述LTO/NMC蓄电池32的储电容量可限于LTO/NMC蓄电池的满储电容量的一部分。由此,如图所示,随着LTO/NMC蓄电池电荷状态的下降,所述蓄电池系统电压116下降,直到LTO/NMC蓄电池32接近阈值电压。但是,在自动停车136期间,由于内燃机18关闭,蓄电池系统没有进行微循环。由此,此时,随着所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32放电138,所述蓄电池系统电压116下降。在其他实施例中,可重新启动内燃机18,以使蓄电池系统电压116微循环。

[0101] 为了退出自动停车136状态,所述LTO/NMC蓄电池32和铅酸蓄电池30可将内燃机18热启动140(例如,在时间7)。一旦重新启动内燃机18,随着车辆加速142,所述交流发电机64再次使蓄电池系统电压116微循环。

[0102] 无源结构-局部电压匹配的第二实施例

[0103] 根据具有局部电压匹配蓄电池的无源蓄电池系统52的第一实施例的上述说明,LTO/NMC蓄电池32使用的再生电力的量可小于其满储电容量。由此,在具有局部电压匹配蓄电池的无源蓄电池系统52的第二实施例中,可减少阈值电压,以增加LTO/NMC蓄电池32可捕捉和提供的再生电力的量。例如,在示出蓄电池系统电压曲线144的图10C所示的第二实施例中,所述阈值电压降到约12.6伏。换句话说,所述铅酸蓄电池30基本保持在80-85%电荷状态之间,所述LTO/NMC蓄电池32基本保持在15%电荷状态。由此,在第二实施例中,所述LTO/NMC蓄电池32可利用其储电容量的85%(例如,15-100%电荷状态)捕捉再生电力,相比第一实施例(例如,80%),电荷状态增加了5%。在其他实施例中,可将铅酸蓄电池30保持在50-55%、55-60%、60-65%、65-70%、70-75%、85-90%电荷状态之间,或其任何组合,从而降低阈值电压。此处使用的术语,局部电压匹配蓄电池系统的“第二实施例”用于表示蓄电池30(例如,铅酸蓄电池)基本保持在不到满电电荷状态(例如,80-85%电荷状态之间),以降低阈值电压。

[0104] 与无源局部电压匹配蓄电池系统的第一实施例相似,在熄火146状态下(例如,在时间0与时间1之间),所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32均可向车辆中的电气部件供电,在冷启动148状态下(例如,在时间1),所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32均可向起动机62供电,以启动(例如,用曲柄启动)内燃机18。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压144开始随着铅酸蓄电池和LTO/NMC蓄电池电荷状态的下降而下降。但是,如上所述,所述铅酸蓄电池30基本保持在80-85%电荷状态之间,所述LTO/NMC蓄电池32基本保持在15%电荷状态。换句话说,假定总容量相同,第二实施例中储存的电量可小于第一实施例中储存的电量(例如,铅酸蓄电池为95-100%电荷状态,NMC蓄电池为25%电荷状态)。由此,在某些实施例中,为了确保所述蓄电池系统储存了足够的电力,用于在熄火146期间支持电气部件,并用于冷启动148内燃机18,可使用大容量蓄电池系统(例如,铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32)。在某些实施例中,可增加所述蓄电池系统的储电容量,以使车辆能在闲置三十天后冷启动148。

[0105] 与第一实施例相似,随着车辆10开始加速150和巡航152,所述蓄电池系统电压144

进行微循环,以将铅酸蓄电池基本保持在80-85%电荷状态之间,将LTO/NMC蓄电池32保持在约15%电荷状态(例如,目标电荷状态)。更具体地,所述铅酸蓄电池30保持在部分电荷状态,而LTO/NMC蓄电池32保持在其最低电荷状态(例如,与阈值电压对应)。随着车辆减速并通过再生制动154产生电力(例如,在时间3与时间4之间),所述交流发电机64输出电力,以对蓄电池系统充电。

[0106] 更具体地,由于所述铅酸蓄电池30保持在不到满电荷的状态,再生电力的电流在铅酸蓄电池30与LTO/NMC蓄电池32之间共用,如上文所述,这可取决于每个蓄电池的内部电阻。换句话说,所述交流发电机64对铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32两者充电。但是,如上所述,所述LTO/NMC蓄电池32的库仑效率和/或充电功率吸收率可高于铅酸蓄电池30。由此,由于所述铅酸蓄电池30捕捉了大部分再生电力,与第一实施例相比,第二实施例中捕捉再生电力的效率可能较低。因此,如图所示,在再生制动154期间,随着铅酸蓄电池和LTO/NMC蓄电池电荷状态增加,所述蓄电池系统电压144增加,但是,第二实施例中再生制动154期间的电压增加可能比第一实施例中再生制动126期间的电压增加更平坦,因为,在第二实施例中,LTO/NMC蓄电池电荷状态的增加速度较低。由此,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32在再生制动154(例如,充电155)期间没有达到其满容量(例如:16伏)。

[0107] 与第一实施例相同,车辆10巡航156时(例如,在时间4与时间5之间),所述LTO/NMC蓄电池32可向车辆的电气系统66供电,直到其接近阈值电压(例如,约15%电荷状态)。如上所述,所述铅酸蓄电池30可在LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之前开始放电,开始放电的时间取决于第二蓄电池32放电时的内部电阻和/或电气系统66的扩散电阻。在某些实施例中,所述LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之后可继续供电,但供电量减少。如上所述,在第二实施例中,所述LTO/NMC蓄电池32中储存的再生电力的量可能增加。由此,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32中储存的电力足以在不启动交流发电机64的情况下向电气系统66供电。如图所示,在再生制动158期间(例如,在时间5与时间6之间),随着所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32均捕捉再生电力,所述蓄电池系统电压144再次增加;在自动停车160期间(例如,在时间6与时间7之间),随着蓄电池系统向电气系统66供电,所述蓄电池系统电压144下降;随着蓄电池系统向交流发电机64供电以热启动162(例如,在时间7)内燃机18,所述蓄电池系统电压144急剧下降;随着车辆加速164(例如,在时间7与时间8之间),所述蓄电池系统电压144进行微循环。

[0108] 无源结构-电压匹配

[0109] 如上所述,图10D描述了蓄电池30和32电压匹配时的无源蓄电池系统。图10D示出了描绘无源蓄电池系统52的电压的电压曲线166。更具体地,所述电压曲线166基于图7所示的电压特性。换句话说,基于(例如)铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32的电压特性。如上所述,所述第二蓄电池32可单独向电气系统66供电,直到第二蓄电池32接近阈值电压。由此,与上述局部电压匹配的第二实施例相似,可降低阈值电压,以增加所述LTO/LMO蓄电池32的储电容量。如图所示,如果所述阈值电压约为12.9伏,所述铅酸蓄电池30基本保持在95-100%电荷状态之间,所述LTO/LMO蓄电池32保持在约75%电荷状态。换句话说,所述LTO/LMO蓄电池32能利用其储电容量的25%捕捉再生电力(例如,75-100%电荷状态)。比较来说,如果所述阈值电压降到约12.3伏,所述铅酸蓄电池30基本保持在60-65%电荷状态之间(例如,不到满电荷状态),所述LTO/LMO蓄电池32基本保持在35%电荷状态。由此,所述LTO/

LMO蓄电池能利用其储电容量的65%捕捉再生电力(例如,35-100%电荷状态)。

[0110] 在运行过程中,电压匹配实施例的运行可与局部电压匹配实施例的第二实施例相似。在熄火168状态下(例如,在时间0与时间1之间),所述铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32均可向车辆中的电气部件供电,在冷启动170时(例如,在时间1),所述铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32均可向起动机62供电,以启动(例如,用曲柄启动)内燃机18。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压166开始随着铅酸蓄电池和LTO/NMC蓄电池电荷状态的下降而下降。但是,与局部电压匹配的第二实施例相似,降低阈值电压也会减少蓄电池系统中储存的电量(例如,铅酸蓄电池为60-65%电荷状态,LTO/LMO蓄电池为35%电荷状态)。由此,可进一步增加所述蓄电池系统的储电容量,以使车辆能在闲置三十天后冷启动170。

[0111] 与上述实施例相似,随着车辆10加速172和巡航174,所述蓄电池系统电压166进行微循环。更具体地,所述铅酸蓄电池30可基本保持在60-65%电荷状态,所述LTO/LMO蓄电池32可保持在约35%电荷状态(例如,目标电荷状态)。随着车辆10减速并通过再生制动176产生电力(例如,在时间3与时间4之间),所述交流发电机64输出电力,以对铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32充电,因为铅酸蓄电池30保持在不到满电荷的状态。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压166随着铅酸蓄电池和LTO/LMO蓄电池电荷状态的增加而增加。但是,如上所述,所述LTO/LMO蓄电池32的库仑效率和/或充电功率吸收率可高于铅酸蓄电池30,这使铅酸蓄电池30捕捉再生电力的效率较低。

[0112] 另外,车辆10开始巡航178时(例如,在时间4与时间5之间),所述LTO/LMO蓄电池32可向车辆的电气系统66供电,直到其接近阈值电压(例如,约35%电荷状态)。如上所述,所述铅酸蓄电池30可在LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之前开始放电,开始放电的时间取决于第二蓄电池32放电时的内部电阻和/或电气系统66的扩散电阻。在达到阈值电压时,所述交流发电机64可周期性地使蓄电池系统电压166微循环。另外,如图所示,在再生制动180期间(例如,在时间5与时间6之间),随着所述铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32捕捉再生电力,所述蓄电池系统电压166增加;在自动停车182期间(例如,在时间6与时间7之间),随着蓄电池系统向电气系统66供电,所述蓄电池系统电压166下降。在某些实施例中,在自动停车182期间,所述铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32均可供电。另外,在其他实施例中,可重新启动交流发电机,以将蓄电池系统电压166保持在阈值电压以上。随后,随着蓄电池系统向交流发电机64供电以热启动184(例如,在时间7)内燃机18,所述蓄电池系统电压166急剧下降;随着车辆加速186(例如,在时间7与时间8之间),所述蓄电池系统电压144进行微循环。

[0113] 基于上文所述的无源蓄电池系统52的各个实施例,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法的复杂度可能低于其他结构中使用的算法。更具体地,根据蓄电池的电压特性(例如,非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配),所述蓄电池控制单元34可通过打开/关闭交流发电机64而控制无源蓄电池系统52的运行,从而将蓄电池30和32中的每一个保持在其各自的目标电荷状态。例如,在非电压匹配实施例中,所述蓄电池控制单元34可将铅酸蓄电池30基本保持在满电荷状态,以将再生电力转到第二蓄电池32,可将第二蓄电池32基本保持在基本空电荷状态,以更充分利用第二蓄电池32的储电容量。另外,在电压匹配或局部电压匹配实施例中,所述蓄电池控制单元34可将铅酸蓄电池30基本保持在不到满电荷的状态,以降低阈值电压并增加对第二蓄电池储电容量的利用。

[0114] 双化学成分蓄电池的半无源结构

[0115] 为了增加对蓄电池30、32的其中之一运行的控制,可使用半无源结构54,如图11A和图11B所示。更具体地,半无源结构54可使蓄电池30、32的其中之一与总线68选择性连接和断开。例如,图11A示出了半无源结构54A的一个实施例,其中所述铅酸蓄电池30与总线38之间设有开关188A,而第二蓄电池32与总线68直接连接。此处使用的术语“开关”表示可选择性地连接和断开蓄电池的任何机构,例如,硬件开关、接触器或继电器。在某些实施例中,需要使用继电器以尽量减少由于使用硬件开关而造成起弧的风险。

[0116] 可替代地,图11B示出了半无源结构54B的一个实施例,其中所述第二蓄电池32与总线68之间设有开关188B,而铅酸蓄电池30与总线68直接连接。在运行过程中,需要对第二蓄电池32充电或放电时,可将开关188B闭合。另一方面,当第二蓄电池32既没有充电也没有放电时,可将开关188B断开。换句话说,电流舵特性可控制铅酸蓄电池30的运行,而所述蓄电池控制单元34可通过开关62直接控制第二蓄电池32的运行。

[0117] 由此,在运行过程中,所述半无源蓄电池系统54的实施例可与无源蓄电池系统52的实施例相似。但是,不需要对第二蓄电池32充电和/或放电时,所述半无源蓄电池系统结构54B可使第二蓄电池32停用(例如,与车辆10断开),从而提高蓄电池系统的可靠性,下文将进一步详细描述。另外,不需要对铅酸蓄电池30充电和/或放电时(例如,为了防止铅酸蓄电池30过压,所述半无源蓄电池系统结构54A可使铅酸蓄电池30停用(例如,与车辆10断开),从而提高蓄电池系统的可靠性。换句话说,所述蓄电池30、32的其中之一运行可由蓄电池控制单元34直接控制。

[0118] 鉴于以上内容,图12A-12D根据上文所述的车辆假想操作描述了图11B中的半无源蓄电池系统54B的图解电压。图12A-12D是XY曲线图,每个图包括描述了时间0与时间8之间半无源蓄电池系统54B的动态电压的电压曲线以及描述了时间0与时间8之间第二蓄电池32的动态电压的第二蓄电池电压曲线,其中,电压位于Y轴,时间位于X轴。更具体地,图12A描述了具有非电压匹配蓄电池对的半无源蓄电池系统54B,图12B描述了具有局部电压匹配蓄电池对的第一实施例的半无源蓄电池系统54B,图12C描述了具有局部电压匹配蓄电池对的第二实施例的半无源蓄电池系统54B,图12D描述了具有电压匹配蓄电池对的半无源蓄电池系统54B。应理解的是,由于所述铅酸蓄电池30与总线68直接连接,所述蓄电池系统电压将与铅酸蓄电池电压相同。

[0119] 半无源结构-非电压匹配

[0120] 在功能上,所述半无源实施例(例如,非电压匹配、局部电压匹配的第一实施例、局部电压匹配的第二实施例、电压匹配)与其各自的无源蓄电池系统实施例相似。例如,图12A所示的半无源非电压匹配蓄电池系统与图10A所示的无源非电压匹配蓄电池系统基本相同。如上所述,图12A示出了所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32非电压匹配时的蓄电池系统电压曲线190和第二蓄电池电压曲线192。更具体地,所述电压曲线190和192基于图5所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和NMC蓄电池32的电压特性。

[0121] 与图10A所描述的蓄电池系统电压92相似,所述蓄电池系统电压190在熄火192期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池向电气系统66的部件供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动194内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速196和巡航192(例如,在时间1与时间3之间)时微循环;在再生制动202期间(例如,在时间3与时间4之间)随着

NMC蓄电池32储存电力而增加；在巡航204期间（例如，在时间4与时间5之间）随着NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降；在再生制动206期间（例如，在时间5与时间6之间）随着NMC蓄电池32再次储存电力而增加；在自动停车208期间（例如，在时间6与时间7之间）随着NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降；急剧下降，以热启动210内燃机18（例如，在时间7）；下降，直到NMC蓄电池32中储存的电力耗尽212或几乎耗尽；随后进行微循环（例如，微循环212）。

[0122] 更具体地，如上所述，需要对第二蓄电池32充电或放电时，可将开关118闭合。例如，在时间0与时间3之间（例如，熄火194、冷启动196、加速198和巡航200），所述开关188B可断开，以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。由此，如图所示，所述NMC蓄电池电压192保持约13.3伏（例如，0%电荷状态）。另外，在时间3与时间7之间（例如，再生制动202、巡航204、再生制动206、自动停车208和冷启动210），所述开关188B可闭合，以使NMC蓄电池32在（例如）再生制动202和204期间充电，在（例如）巡航204和自动停车208期间放电。另外，所述开关可188B保持闭合，直到NMC蓄电池32中储存的电力耗尽212。由此，由于所述NMC蓄电池32处于约60%电荷状态，所述铅酸蓄电池30以及NMC蓄电池32均可供电，以热启动210内燃机，如图所示。更具体地，是否利用所述第二蓄电池32启动内燃机，可至少部分基于第二蓄电池的最低电荷状态。在某些实施例中，所述最低电荷状态可为第二蓄电池电荷状态的20%、40%或60%。此处使用的术语“最低电荷状态”表示可由第二蓄电池32贡献的用于协助车辆运行（例如，启动内燃机18或向电气系统66供电）的最低电量（其是蓄电池电荷状态的一个函数）。一旦所述NMC蓄电池32的电量耗尽，所述开关188B可断开，切断NMC蓄电池32并使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。

[0123] 半无源结构-局部电压匹配的第一实施例

[0124] 如上所述，图12B描述了根据第一实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的半无源蓄电池系统54B。图12B示出了根据第一实施例的蓄电池系统电压曲线214和第二蓄电池电压曲线216。更具体地，所述电压曲线214和216基于图6所示的电压特性。换句话说，基于铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。

[0125] 与图10B所示的蓄电池系统电压116相似，所述蓄电池系统电压214在熄火218期间（例如，在时间0与时间1之间）随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降；随着铅酸蓄电池30冷启动220内燃机（例如，在时间1）而急剧下降；在车辆加速222和巡航224（例如，在时间1与时间3之间）时微循环（例如，将铅酸蓄电池30保持在95-100%电荷状态之间）；在再生制动226期间（例如，在时间3与时间4之间）随着LTO/NMC蓄电池32储存电力而增加；在巡航228期间（例如，在时间4与时间5之间）随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降；在再生制动230期间（例如，在时间5与时间6之间）随着LTO/NMC蓄电池32再次储存电力而增加；在自动停车232期间（例如，在时间6与时间7之间）随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降；随着铅酸蓄电池30热启动234内燃机18而急剧下降（例如，在时间7）；在LTO/NMC蓄电池32中储存的电力耗尽或几乎耗尽之后进行微循环（例如，在加速236期间）。

[0126] 更具体地，与上述半无源非电压匹配相似，在所示实施例中，在时间0与时间3之间（例如，熄火218、冷启动220、加速222和巡航224），所述开关188B断开，以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。另外，在所述LTO/NMC蓄电池32放电到阈值电压之后，所述开关188B可断开。例如，在所示实施例中，在微循环235和放电237期间，所述开关188B断开，以切断LTO/NMC蓄电池32。由此，如图所示，所述LTO/NMC蓄电池电压216在这些阶段内保持相对恒

定。应理解的是,由于电压松弛和/或自放电,所述LTO/NMC蓄电池电压216可能会衰减。另外,在所示实施例中,由于所述开关188B断开,所述铅酸蓄电池30单独供电,以热启动234内燃机18。

[0127] 另一方面,所述开关188B可闭合,以使LTO/NMC蓄电充电和/或放电。例如,在所示实施例中,在再生制动226和230期间,所述开关188B闭合,以对LTO/NMC蓄电池32充电。另外,在所述LTO/NMC蓄电池32供电时(例如,在巡航228和自动停车232期间),在达到阈值电压之前(例如,在微循环235和放电237之前),所述开关188B闭合。总的来说,所述电气系统66需要电力并且所述第二蓄电池32高于最低电荷状态时,所述开关188B可闭合。

[0128] 半无源结构-局部电压匹配的第二实施例

[0129] 另外,如上所述,图12C描述了根据第二实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的半无源蓄电池系统54B。图12C示出了描绘了所述蓄电池系统的电压的蓄电池系统电压曲线238和描绘了第二蓄电池32的电压的第二蓄电池电压曲线240。更具体地,所述电压曲线238和240基于图6所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。

[0130] 与图10C所示的蓄电池系统电压144相似,所述蓄电池系统电压238在熄火246期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66的部件供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动248内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速250和巡航252(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池保持在80-85%电荷状态之间);在再生制动254期间(例如,在时间3与时间4之间)随着LTO/NMC蓄电池32储存电力而增加;在巡航256期间(例如,在时间4与时间5之间)随着LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;在再生制动258期间(例如,在时间5与时间6之间)随着LTO/NMC蓄电池32再次储存电力而增加;在自动停车232期间(例如,在时间6与时间7之间)随着LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;急剧下降,以热启动262内燃机18(例如,在时间7);在LTO/NMC蓄电池32中储存的电力耗尽或几乎耗尽之后进行微循环(例如,在加速264期间)。

[0131] 更具体地,与上述半无源局部电压匹配的第一实施例相似,在所示实施例中,所述开关188B在时间0与时间3之间(例如,熄火246、冷启动248、加速250和巡航252)断开,以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。另外,在所述LTO/NMC蓄电池32放电到阈值电压之后,所述开关188B可断开。例如,在所示实施例中,(例如,在微循环265期间)所述开关188B断开以切断LTO/NMC蓄电池32,所述铅酸蓄电池30供电。由此,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池电压240在这些阶段内保持相对恒定。另外,由于所述LTO/NMC蓄电池32没有达到阈值电压,所述LTO/NMC蓄电池32和铅酸蓄电池30均可供电以热启动262内燃机18。

[0132] 另一方面,所述开关188B可闭合,以使LTO/NMC蓄电充电和/或放电。例如,在所示实施例中,在再生制动254和258期间,所述开关188B闭合,以对LTO/NMC蓄电池32充电。另外,在所述LTO/NMC蓄电池32供电时(例如,在巡航256和自动停车260期间),所述开关188B闭合。

[0133] 半无源结构-电压匹配

[0134] 另外,如上所述,图12D描述了蓄电池30和32电压匹配时的半无源蓄电池系统54B。图12D示出了描绘了所述蓄电池系统的电压的蓄电池系统电压曲线242和描绘了第二蓄电池32的电压的第二蓄电池电压曲线244。更具体地,所述电压曲线242和244基于图7所示的

电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32的电压特性。

[0135] 与图10D所示的蓄电池系统电压166相似,所述蓄电池系统电压242在熄火266期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66的部件供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动268内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速270和巡航272(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池保持在60-65%电荷状态之间);在再生制动274期间(例如,在时间3与时间4之间)随着LTO/LMO蓄电池32储存电力而增加;在巡航276期间(例如,在时间4与时间5之间)随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降;在再生制动278期间(例如,在时间5与时间6之间)随着LTO/LMO蓄电池32再次储存电力而增加;在自动停车280期间(例如,在时间6与时间7之间)随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池热启动282内燃机18而急剧下降(例如,在时间7);在LTO/LMO蓄电池32中储存的电力耗尽或几乎耗尽之后进行微循环(例如,在加速284期间)。

[0136] 更具体地,与上述半无源实施例相似,在所示实施例中,所述开关188B在时间0与时间3之间(例如,熄火266、冷启动268、加速270和巡航272)断开,以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。另外,在所述LTO/LMO蓄电池32放电到阈值电压之后,所述开关188B可断开。例如,在所示实施例中,在达到阈值电压时,所述开关188B在微循环283或放电235期间断开,以切断NMC蓄电池32。由此,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池电压240在这些阶段内保持相对恒定。另外,在所示实施例中,由于所述开关188B断开,所述铅酸蓄电池30单独供电以热启动282内燃机18。

[0137] 另一方面,所述开关188B可闭合,以使LTO/NMC蓄电充电和/或放电。例如,在所示实施例中,在再生制动274和278期间,所述开关188B闭合,以对LTO/LMO蓄电池32充电。另外,在所述LTO/LMO蓄电池32供电时(例如,在巡航276和自动停车280期间),在达到阈值电压之前(例如,在微循环283和放电285之前),所述开关188B闭合。

[0138] 如上文根据图12A-12D所示的实施例所述,需要对所述第二蓄电池32充电或放电时,所述开关188B可断开,以切断第二蓄电池32。例如,所述铅酸蓄电池30供电时(例如,熄火、冷启动、加速和巡航期间),所述开关188B可断开。另外,所述第二蓄电池32放电到阈值电压时(例如,235、237、265、283或285),所述开关188B可断开。相比之下,如上文根据图10A-10D所示的无源实施例所述,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32可在熄火期间(例如,118、146或168)供电,所述交流发电机64可使铅酸蓄电池30和第二蓄电池32均进行微循环,因为第二蓄电池32与总线68直接耦合。

[0139] 在某些实施例中,仅使铅酸蓄电池30进行微循环(例如,在第二蓄电池32不进行微循环的情况下)可节约车辆的燃油并/或减少有害排放物,因为与对两个蓄电池(例如,铅酸蓄电池30和第二蓄电池32)充电的情况相比,所述交流发电机64仅对单个蓄电池(例如,铅酸蓄电池30)充电。另外,使第二蓄电池32不进行微循环可延长第二蓄电池32的寿命,因为第二蓄电池32不会在微循环期间重复充电和放电。由此,基于这些因素,可减少半无源蓄电池系统54B的总成本。

[0140] 与此相似,使所述开关188A选择性地与铅酸蓄电池30耦合(如图11A所示)可延长铅酸蓄电池30的寿命,并提高第二蓄电池32的充电效率。例如,所述铅酸蓄电池30保持在不到满电荷的状态时(例如,局部电压匹配的第二实施例),所述开关188A可在再生制动期间切断铅酸蓄电池30,以将所有再生电力转向可更有效地捕捉再生电力的第二蓄电池3。另

外,所述开关188A可切断铅酸蓄电池30,以将第二蓄电池32充电到可高于铅酸蓄电池30的最大充电电压(例如,过电压)的电压(例如,16.8伏),从而提高第二蓄电池32的充电速率。例如,在当前实施例中,所述交流发电机64最高可输出16.8伏的电压来对NMC蓄电池32充电。但是,铅酸蓄电池30的最大充电电压可为14.8伏,因为如果高于这个电压,铅酸蓄电池30会开始产生氧气和氢气,对铅酸蓄电池30的寿命产生不利影响。换句话说,(例如)在蓄电池30和32非电压匹配或局部电压匹配时,所述开关188A可断开,以使第二蓄电池32的充电更加优化,同时防止铅酸蓄电池30过电压。

[0141] 基于上文所述的半无源蓄电池系统54的各个实施例,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法的复杂度可能高于无源蓄电池系统52中使用的算法。更具体地,除了控制交流发电机64之外,所述蓄电池控制单元34还可闭合和断开开关188,以控制半无源蓄电池系统54的运行。如上所述,所述蓄电池30或32充电或放电时,所述开关188可闭合,否则断开。例如,在某些实施例中,所述蓄电池控制单元34可断开开关188A,以使第二蓄电池32的充电更加优化(例如,用较高充电电压充电),同时防止铅酸蓄电池30过电压。由此,所述蓄电池控制单元34可打开/关闭交流发电机64也可断开/闭合开关188,以将蓄电池30和32中的每一个保持在其各自的目标电荷状态。除了为了便于将蓄电池30和32保持在其目标电荷状态而断开/闭合开关188之外,所述蓄电池控制单元34也可出于其他原因(例如,在可能会使蓄电池30、32的其中之一处于其最佳运行区之外的极端温度)而切断蓄电池30或32。

[0142] 用于双化学成分蓄电池的开关无源结构

[0143] 可使用图13所示的开关无源结构56,进一步扩展半无源结构对蓄电池30和32的控制。与上文所述的半无源结构54相似,可使用开关将蓄电池30或32与总线58选择性连接。例如,如图13所示,所述铅酸蓄电池30与总线68之间设有第一开关286,所述第二蓄电池32与总线68之间设有第二开关288。由此,所述开关无源结构56通过使蓄电池30和32中的每一个与总线68选择性连接和断开而对两个蓄电池30和32的运行进行更大的控制。例如,在某些实施例中,这可第二蓄电池32充电/放电时,所述铅酸蓄电池30断开,反之亦然。换言之,所述蓄电池控制单元34可通过第一开关286控制铅酸蓄电池30的运行,通过第二开关288控制第二蓄电池32的运行,这可使铅酸蓄电池30和第二蓄电池32相对独立运行(例如,充电或放电)。

[0144] 鉴于以上内容,图14A-14D根据上文所述的车辆假想操作示出了开关无源蓄电池系统56的图解电压。图14A-14D是XY曲线图,每个图包括描述了时间0与时间8之间开关无源蓄电池系统56的动态电压的蓄电池系统电压曲线、铅酸蓄电池30的动态电压的铅酸蓄电池电压曲线,以及第二蓄电池32的动态电压的第二蓄电池电压曲线,其中,电压位于Y轴,时间位于X轴。更具体地,图14A描绘了具有非电压匹配蓄电池对的开关无源蓄电池系统56,图14B描绘了具有局部电压匹配蓄电池对的第一实施例的开关无源蓄电池系统56,图14C描绘了具有局部电压匹配蓄电池对的第三实施例的开关无源蓄电池系统56,图14D描绘了具有电压匹配蓄电池对的开关无源蓄电池系统56。如下文所述的实施例所示,根据所述开关286和288的位置的不同(例如,断开或闭合),所述蓄电池系统电压随着铅酸蓄电池电压、第二蓄电池电压或两者的变化而变化。

[0145] 开关无源-非电压匹配

[0146] 在功能上,所述开关无源实施例(例如,非电压匹配、局部电压匹配的第一实施例、

局部电压匹配的第二实施例、电压匹配)与其各自的半无源蓄电池系统实施例相似。例如,图14A示出了所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32非电压匹配时的蓄电池系统电压曲线290(用虚线表示)、铅酸蓄电池电压曲线292和第二蓄电池电压曲线294。更具体地,所述电压曲线290、292和294基于图5所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和NMC蓄电池32的电压特性。

[0147] 与图12A所示的蓄电池系统电压190相似,所述蓄电池系统电压290在熄火296期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动298内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速300和巡航302(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池30保持在95-100%电荷状态之间);在再生制动304期间(例如,在时间3与时间4之间)随着NMC蓄电池32储存电力而增加;在巡航306期间(例如,在时间4与时间5之间)随着NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;在再生制动308期间(例如,在时间5与时间6之间)随着NMC蓄电池32再次储存电力而增加;在自动停车310期间(例如,在时间6与时间7之间)随着NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;随着NMC蓄电池32热启动312内燃机18而急剧下降(例如,在时间7);下降,直到NMC蓄电池32中储存的电力耗尽314或几乎耗尽;随后进行微循环(例如,在316之后)。

[0148] 更具体地,如上所述,在所述铅酸蓄电池30供电时,可将第一开关286闭合,需要对第二蓄电池32充电或放电时,可将第二开关288闭合。例如,在所示实施例中,在时间0与时间3之间(例如,熄火296、冷启动298、加速300和巡航302),所述第一开关286闭合,第二开关288断开,以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压290是铅酸蓄电池电压292,所述NMC蓄电池电压296保持约13.3伏(例如,0%电荷状态)。

[0149] 在时间3与时间7之间(例如,再生制动304、巡航306、再生制动308和自动停车310),所述第一开关286断开,所述第二开关288闭合,以使NMC蓄电池32在(例如)再生制动304和308期间充电,在(例如)巡航306和自动停车310期间放电。由此,如图所示,在所述NMC蓄电池32捕捉再生电力并单独向电气系统66供电时,所述蓄电池系统电压290是第二蓄电池电压294,所述铅酸蓄电池电压292保持约12.9伏(例如,100%电荷状态)。

[0150] 与所述半无源蓄电池系统54A相似,所述第一开关286可断开,以更有效地对第二蓄电池32充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。例如,在所示实施例中,为了增加所述NMC蓄电池32的充电功率吸收率,所述交流发电机64最高可输出NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏)。但是,所述最大充电电压可能高于铅酸蓄电池30的最大充电电压(例如,过压),这样会缩短铅酸蓄电池30的寿命(例如,通过产生氧气和氢气)。换句话说,所述第一开关286可断开,以保护铅酸蓄电池30。

[0151] 所述第二开关288可保持闭合,直到所述NMC蓄电池32中储存的电力几乎耗尽或直到NMC蓄电池的电力输出低于电气系统66所需的电力,此时,所述第二开关288可断开,所述第一开关286可闭合,以使铅酸蓄电池30向电气系统66供电(例如,在微循环318)。在其他实施例中,所述第一开关286和第二开关288可同时闭合,以进一步耗尽NMC蓄电池32的电量。由此,如图所示,由于电量尚未耗尽,所述NMC蓄电池32可单独供电,以热启动312内燃机。因此,在当前实施例中,可使用捕捉的再生电力代替铅酸蓄电池中储存的电力。

[0152] 开关无源-局部电压匹配的第一实施例

[0153] 如上所述,图14B描绘了根据第一实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的开关

无源蓄电池系统。图14B示出了蓄电池系统电压曲线320(用虚线表示)、铅酸蓄电池电压曲线322和第二蓄电池电压曲线324。更具体地,所述电压曲线322和324基于图6所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。

[0154] 与图12B所示的蓄电池系统电压214相似,所述蓄电池系统电压320在熄火326期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动328内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速324和巡航332(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池30保持在95-100%电荷状态之间);在再生制动334期间(例如,在时间3与时间4之间)随着LTO/NMC蓄电池32储存电力而增加;在巡航336期间(例如,在时间4与时间5之间)随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降;在再生制动338期间(例如,在时间5与时间6之间)随着LTO/NMC蓄电池32再次储存电力而增加;在自动停车340期间(例如,在时间6与时间7之间)随着蓄电池系统向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池30热启动342内燃机18而急剧下降(例如,在时间7);在LTO/NMC蓄电池32中储存的电力耗尽或几乎耗尽之后进行微循环(例如,在加速344期间)。

[0155] 更具体地,在所示实施例中,在时间0与时间3之间(例如,熄火326、冷启动328、加速330和巡航332),并且在所述LTO/NMC蓄电池32放电到阈值电压(例如,微循环346或放电348)之后,所述第一开关286闭合,第二开关288断开,以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。由此,如图所示,在这些阶段中,所述蓄电池系统电压320是铅酸蓄电池电压322,所述第二蓄电池电压324保持相对恒定。

[0156] 另一方面,所述LTO/NMC蓄电池32捕捉再生电力(例如,再生制动334和338)时,并且所述第二蓄电池32单独供电时,所述第一开关286断开,第二开关288闭合。如图所示,在所示实施例中,在巡航336(例如,在微循环346之前)和自动停车340(例如,在放电之前)期间,随着所述LTO/NMC蓄电池32开始供电,所述第一开关286断开,第二开关288闭合。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压320是第二蓄电池电压324,所述铅酸蓄电池电压322保持相对恒定(例如,12.9伏)。由此,如上所述,所述第一开关286可断开,以使所述交流发电机64最高可输出LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏),同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0157] 一旦所述LTO/NMC蓄电池32放电到阈值电压(例如,13.3伏),如上所述,所述第一开关286可闭合,第二开关288可断开(例如,微循环346或放电348)。另外,在所示实施例中,由于所述第一开关286闭合并且第二开关288断开,所述铅酸蓄电池30供电,以热启动342和加速344。

[0158] 开关无源-局部电压匹配的第三实施例

[0159] 根据局部电压匹配的第一实施例的上述说明,由于所述第二蓄电池32在达到阈值电压之前放电,所述第二蓄电池32的不满储电容量用于捕捉再生电力。但是,在开关无源实施例中,由于所述蓄电池30和32的运行(例如,充电/放电)可相对独立,可使所述第二蓄电池32放电到阈值电压以下(例如,铅酸蓄电池电压)。换句话说,可更充分地利用第二蓄电池32的储电容量。图14C示出了根据第三实施例的蓄电池系统电压曲线350(用虚线表示)、铅酸蓄电池电压曲线350和第二蓄电池电压曲线352。此处使用的术语“第三实施例”用于表示蓄电池30基本保持在满电荷状态(例如,95-100%电荷状态),而第二蓄电池32基本保持在空电荷状态(例如,0%电荷状态)。

[0160] 与图14B所示的第一局部电压匹配蓄电池系统电压相似,所述蓄电池系统电压350在熄火356期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池冷启动358内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速360和巡航362(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池保持在95-100%电荷状态之间);在再生制动364期间(例如,在时间3与时间4之间)随着LTO/NMC蓄电池32储存电力而增加;在巡航366期间(例如,在时间4与时间5之间)随着LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;在再生制动368期间(例如,在时间5与时间6之间)随着LTO/NMC蓄电池32再次储存电力而增加;在自动停车370期间(例如,在时间6与时间7之间)随着LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电而下降;急剧下降,以热启动372内燃机18(例如,在时间7);在LTO/NMC蓄电池32中储存的电力耗尽或几乎耗尽之后进行微循环(例如,在加速374期间)。

[0161] 更具体地,在所示实施例中,在时间0与时间3之间(例如,熄火356、冷启动358、加速370和巡航372),所述第一开关286闭合,第二开关288断开。但是,所述LTO/NMC蓄电池32保持在约0%电荷状态,以利用第二蓄电池32的满储电容量,而不是将LTO/NMC蓄电池32保持在约25%电荷状态。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压352是铅酸蓄电池电压352。随着再生电力的产生(例如,在再生制动364和368期间),所述第一开关286断开,第二开关288闭合,以将再生电力转向LTO/NMC蓄电池32。另外,当所述LTO/NMC蓄电池32单独向电气系统66供电时(例如,在巡航366和自动停车370期间),所述第一开关286可保持断开,第二开关288可保持闭合。由此,如图所示,在这些阶段中,所述蓄电池系统电压350是第二蓄电池电压354,所述铅酸蓄电池电压352保持恒定(例如,12.9伏)。由此,如上所述,所述第一开关286可断开,以使所述交流发电机64最高可输出LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏),同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0162] 另外,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32即使在放电到阈值电压(例如,放电376和378)之后,也可继续供电。例如,在放电378期间,所述LTO/NMC蓄电池32放电,直到电量耗尽(例如,放电到11.8伏)。相比而言,铅酸蓄电池30与总线68直接耦合时(例如,在无源结构52中或半无源结构54B中),一旦蓄电池系统电压接近铅酸蓄电池电压,所述铅酸蓄电池30可开始放电。由此,所述开关无源结构56可在第二蓄电池32放电时切断铅酸蓄电池30,从而利用第二蓄电池32的满储电容量。一旦所述LTO/NMC蓄电池32的电量耗尽或几乎耗尽,所述第二开关288可断开,第一开关286可闭合,以使铅酸蓄电池30单独供电(例如,在放电378之后的加速374期间)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压350再一次是铅酸蓄电池电压352。

[0163] 另外,在所示实施例中,所述第一开关286和第二开关288均可闭合,以使铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32向起动机62供电,以热启动内燃机。更具体地,与图14C所示的非电压匹配实施例相似,所述LTO/NMC蓄电池32仍然储存有电力。但是,由于启动内燃机可能需要大量功率(例如,5kW),可使用两个蓄电池30和32。换句话说,使用铅酸蓄电池30、第二蓄电池32还是两者启动内燃机,可取决于启动内燃机时第二蓄电池的电荷状态。更具体地,所述第二蓄电池电荷状态大于最低电荷状态时,所述第二蓄电池32可单独启动内燃机18,所述第二蓄电池32的电量耗尽时,所述铅酸蓄电池30可单独启动内燃机18,所述第二蓄电池的电量没有耗尽,但小于最低电荷状态时,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32可共同启动内燃机。另外,在其他实施例中,所述第一开关286和第二开关288均可闭合,以提供除启动之外的其他操作所需的电力。

[0164] 开关无源-电压匹配

[0165] 利用关于图14C所示的局部电压匹配第三实施例的技术,该电压匹配实施例还可提高对第二蓄电池储电容量的利用。图14D示出了基于图7所示的电压特性的蓄电池系统电压曲线380(用虚线表示)、铅酸蓄电池电压曲线382和第二蓄电池电压曲线384。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32的电压特性。因此,所述铅酸蓄电池30基本保持在95-100%电荷状态之间,所述LTO/LMO蓄电池32基本为空电荷状态(例如,0%电荷状态)。

[0166] 在所实施例中,在时间0与时间3之间(例如,熄火386、冷启动388、加速390和巡航392),所述第一开关286断开,第二开关288闭合,以使铅酸蓄电池30单独向电气系统66供电。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压380是铅酸蓄电池电压382。在再生制动期间(例如,394和398),所述第一开关286断开,第二开关288闭合,以使LTO/LMO蓄电池32捕捉再生电力。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压380是第二蓄电池电压384,所述铅酸蓄电池电压382保持恒定(例如,12.9伏)。

[0167] 由此,所述LTO/LMO蓄电池32向电气系统66供电时(例如,在巡航396或自动停车400期间),所述第一开关286可断开,第二开关288可闭合。由此,如图所示,所述LTO/LMO蓄电池32单独供电时,所述蓄电池系统电压380是第二蓄电池电压384。另外,如图所示,所述LTO/LMO蓄电池32,即使在放电到阈值电压(例如,12.9伏)之后,由于铅酸蓄电池30通过第一开关286切断(例如,放电402和404),也可继续供电。由此,与半无源和无源实施例相比,开关无源实施例使第二蓄电池32的储电容量得以更充分利用。

[0168] 另外,在所实施例中,一旦所述LTO/LMO蓄电池32的电量耗尽或达到最低电荷状态,所述第一开关286可闭合,第二开关288可断开,以使铅酸蓄电池30供电。由此,由于所述LTO/LMO蓄电池32的电量耗尽,所述铅酸蓄电池30可单独热启动406和在加速408期间供电,所述蓄电池系统电压308是铅酸蓄电池电压382。

[0169] 如上文根据图14A-14D所示的开关无源实施例所述,所述第二蓄电池32 充电(例如,在再生制动期间)和放电(例如,在巡航或自动停车期间)时,所述第一开关286可断开,以切断铅酸蓄电池30。由此,在所实施例中,所述铅酸蓄电池30可保持在相对恒定的电压(例如,12.9伏)。相比而言,对于无源实施例和半无源实施例,所述第二蓄电池32充电/放电时,所述铅酸蓄电池30可处于较高电压,因为其与总线68直接连接。换句话说,可通过在(例如)再生制动期间限制铅酸蓄电池30暴露于较高充电电压(例如,过压)的时间来更好控制其寿命。由此,可降低开关无源蓄电池系统56的总成本。

[0170] 基于上文所述的开关无源蓄电池系统56的各个实施例,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法的复杂度可能高于半无源蓄电池系统54中使用的算法。更具体地,除了控制交流发电机64之外,所述蓄电池控制单元34还可闭合和断开第一开关286和第二开关288两者,以控制开关无源蓄电池系统56的运行。如上所述,在所述铅酸蓄电池30供电时,可将第一开关闭合,否则断开,以(例如)更有效地对第二蓄电池32充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。另外,所述第二蓄电池32充电或放电时,所述第二开关288可闭合,否则断开。由此,所述蓄电池控制单元34可打开/关闭交流发电机64也可断开/闭合第一开关286和第二开关288,以将蓄电池30和32中的每一个保持在其各自的目标电荷状态。另外,在某些情况下,根据特定车辆操作的动力要求和蓄电池30和32的电荷状态,可将第一开关286和第二开关288都闭合,以(例如)进行热启动。另外,上文所述的实施例中没有提到的是,在其他实施例中,所述

第一开关286和第二开关288均可断开,以使交流发电机64单独向电气系统66供电。

[0171] 用于双化学成分蓄电池的半有源和有源结构

[0172] 应理解的是,在上述无源52、半无源54和开关无源54实施例中,可使用可变电电压交流发电机对蓄电池30和32充电。例如,所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32表现出图5所示的非电压匹配特性时,所述交流发电机64可将其电压输出增加到16.6伏或以上,以对NMC蓄电池32充电。换句话说,所述交流发电机可为可变电电压交流发电机,其在再生制动期间输出较高电压,在其他时间输出较低电压。但是,交流发电机通常为恒压交流发电机,例如,输出13.3、14.4或14.8伏恒定电压的交流发电机。由此,为了尽量减少对现有车辆平台的更改,当前技术可利用恒压可变功率交流发电机。更具体地,可使用半有源56或有源结构58。在其他实施例中,可使用可变交流发电机,其可减少电压升压(例如,由直流-直流变换器升压),以对蓄电池充电/放电。在这种实施例中,所述半有源56和有源结构58的功能可分别与半无源54和开关无源结构56相似。

[0173] 一般来说,用直流-直流变换器代替半无源54和开关无源56结构中的开关(例如,188、286和288),即可形成半有源56和有源58结构。图15A示出了铅酸蓄电池30与总线68之间设有直流-直流变换器410A的半有源结构58A的一个实施例,图15B示出了第二蓄电池32与总线68之间设有直流-直流变换器410B的半有源结构58B的一个实施例。另外,图19示出了有源结构60的一个实施例,其中铅酸蓄电池30与总线68之间设有第一直流-直流变换器412,第二蓄电池32与总线68之间设有第二直流-直流变换器414。对于以下图解实施例,所述交流发电机64将被描述为13.3伏恒压交流发电机。但是,应理解的是,在其他实施例中,所述交流发电机64可输出7-18伏的恒定电压。

[0174] 在将蓄电池30或32与总线68选择性连接/断开这一点上,所述直流-直流变换器(例如,410、412和414)的功能可与开关的相似。在某些实施例中,直流-直流变换器可通过输出零电流(例如,闭合升压变换器中的内部开关或断开降压变换器中的内部开关)而切断蓄电池。另外,所述直流-直流变换器可增加或减少对蓄电池的电压输入或蓄电池的电压输出。如图所示,下文将对表现出图5所示的非电压匹配特性的蓄电池30和32的第一示例进行说明。如图5所示,所述NMC蓄电池32的电压为13.3至16.6伏。由此,为了用13.3总线电压对NMC蓄电池32充电,所述直流-直流变换器(例如,410或414)可将总线68的13.3伏输入增加到NMC蓄电池电压(例如,13.3与16.6伏之间)。下文将对表现出图7所示的电压匹配特性的蓄电池30和32的第二示例进行说明。如图7所示,所述LTO/LMO蓄电池32的电压为11.7至13.2伏。由此,为了使LTO/LMO蓄电池32放电,所述直流-直流变换器(例如,410或414)可将LTO/LMO蓄电池32的电压输出增加到总线电压(例如,13.3伏)。换句话说,所述蓄电池控制单元34可通过控制直流-直流变换器(例如,410、412和414)的运行而将每个蓄电池30或32与总线68选择性连接和断开。

[0175] 在上文所述的两个示例中,所述直流-直流变换器可为升压变换器。更具体地,在第一示例中,升压变换器可增加总线电压,以对NMC蓄电池32充电。在第二示例中,升压变换器可增加LTO/LMO蓄电池32的电压输出,以对电气系统66供电。在其他实施例中,根据所选蓄电池化学成分的不同(例如,非电压匹配、局部电压匹配或电压匹配),所述直流-直流变换器(例如,410、412和414)可为升压变换器、降压变换器或双向变换器(例如,升降压变换器)。例如,为了进一步符合现有车辆设计,在第一示例中,可使用降压变换器,以在NMC蓄电

池32放电到约总线电压(例如,13.3伏)时减少其电压输出。由此,为了在NMC蓄电池32充电时增加其电压输入,在NMC蓄电池32放电时减少其电压输出,可使用双向变换器,例如,升降压变换器。

[0176] 除使蓄电池30或32与总线68选择性连接和断开之外,所述直流-直流变换器(例如,410、412和414)还可对蓄电池的运行提供额外控制。更具体地,直流-直流变换器可设置其电压输出。例如,在上述第一示例中,所述直流-直流变换器(例如,410、412和414)可选择性地升高总线电压,以更优化地对NMC蓄电池32充电。同样,在上述第二示例中,所述直流-直流变换器可选择性地向总线68输出电压,以与总线电压匹配和/或电气系统66中的部件的最佳工作电压匹配。另外,所述直流-直流变换器(例如,410、412和414)可限制流经直流-直流变换器的电流。在某些实施例中,这样可控制对车辆的电力输出。

[0177] 应注意的是,在使用直流-直流变换器(例如,410、412和414)增加了功能的情况下,直流-直流变换器一般不是100%有效。换句话说,在每个直流-直流变换器调节(即,升高或降低)电压时,可能会发生某些损耗。一般来说,直流-直流变换器的效率可为75-98%。由此,为了减少因使用直流-直流变换器而可能产生的损耗,有利的是,可对直流-直流变换器设旁路。具有输出旁路的直流-直流变换器(例如,410、412和414)的框图如图16所示,具有输入旁路的直流-直流变换器(例如,410、412和414)的框图如图17所示。

[0178] 如图16和17所示,变换器开关416可在旁路418与变换器路径420之间进行选择。更具体地,如图16所示,蓄电池30或32充电时,所述变换器开关416可选择变换器路径420。例如,如上文在第一示例中所述,可升高总线电压,以对NMC蓄电池32充电。另外,蓄电池30或32放电时,所述开关74可选择旁路76。例如,由于NMC蓄电池32的电压(例如,在13.3与16.6伏之间)可大于总线电压(例如,13.3伏),由于电压较高,所述NMC蓄电池32会放电。换句话说,所述旁路418使电流从较高的蓄电池电压流向较低的总线电压。

[0179] 相反,如图17所示,蓄电池30或32放电时,所述变换器开关416可选择变换器路径420。例如,如上文在第二示例中所述,LTO/LMO蓄电池32的电压输出可升高到总线电压。另外,蓄电池30或32充电时,所述开关416可选择旁路418。例如,由于总线电压(例如,13.3伏)可大于LTO/LMO蓄电池32的电压(例如,在11.7与13.2伏之间),由于电压较高,所述总线电压会对LTO/LMO蓄电池32充电。换句话说,所述旁路418使电流从较高的总线电压流向较低的第二蓄电池电压。应理解的是,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法可控制变换器开关416的运行。

[0180] 鉴于以上内容,图18A-18D根据上文所述的车辆假想操作示出了图15B所示的半有源蓄电池系统58B的图解电压。图18A-18D是XY曲线图,每个图示出了时间0与时间8之间半有源蓄电池系统58B的动态电压的蓄电池系统电压曲线以及第二蓄电池32的动态电压的第二蓄电池电压曲线,其中,电压位于Y轴,时间位于X轴。更具体地,图18A示出了具有非电压匹配蓄电池对的半有源蓄电池系统58B,图18B示出了具有局部电压匹配蓄电池对的第一实施例的半有源蓄电池系统58B,图18C示出了具有局部电压匹配蓄电池对的第二实施例的半有源蓄电池系统58B,图18D示出了具有电压匹配蓄电池对的半有源蓄电池系统58B。应理解的是,由于所述铅酸蓄电池30与总线68直接连接,所述蓄电池系统电压将与铅酸蓄电池电压相同。

[0181] 半有源结构-非电压匹配

[0182] 如上所述,图18A示出了蓄电池30和32非电压匹配时的半有源蓄电池系统58B。图18A示出了蓄电池系统电压曲线422和第二蓄电池电压曲线424。更具体地,所述电压曲线422和424基于图5所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和NMC蓄电池32的电压特性。

[0183] 在所实施例中,所述铅酸蓄电池30在熄火416期间单独向电气系统66供电,以冷启动428内燃机。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压422随着铅酸蓄电池电荷状态的下降而下降,随着铅酸蓄电池30进行冷启动428而急剧下降。随着车辆加速430和巡航432,所述交流发电机64周期性输出13.3伏电压,以使铅酸蓄电池30微循环(例如,保持在95-100%的电荷状态)。更具体地,所述交流发电机64对铅酸蓄电池30充电时,铅酸蓄电池30的电压升高到交流发电机64输出的电压。例如,所述铅酸蓄电池30达到最低目标电荷状态(例如,95%电荷状态)时,所述交流发电机64输出13.3伏电压,以将铅酸蓄电池30充电到最大目标电荷状态(例如,100%电荷状态)。一旦达到最大目标电荷状态,所述交流发电机64关闭,铅酸蓄电池30供电。由此,如图所示,随着所述铅酸蓄电池30进行微循环,所述蓄电池系统电压412在约13.3伏与12.8伏之间循环。相比而言,在上述实施例(例如,无源、半无源和开关无源)中,所述可变电压交流发电机可输出约12.9伏电压,以使铅酸蓄电池30在12.9伏(例如,100%电荷状态)与12.8伏(例如,95%电荷状态)之间微循环。另外,在这个阶段中(例如,在时间0与时间3之间),所述NMC蓄电池32可通过直流-直流变换器410B断开。由此,如图所示,所述第二蓄电池电压424保持相对恒定(例如,13.3伏)。

[0184] 在所实施例中,为了降低所述半有源蓄电池系统58的电力成本,所述直流-直流变换器410B可包括图16所示的旁路418(例如,输出旁路)。更具体地,利用旁路418可降低所述直流-直流变换器410B的成本,因为这种直流-直流变换器的成本可低于类似双向直流-直流变换器(例如,升降压变换器),还可减少由于调节(例如,升高或降低)直流-直流变换器的电压而产生的损耗。由此,在所实施例中,所述NMC蓄电池32充电时(例如,在再生制动434或436期间),可选择所述变换器路径420。更具体地,随着再生电力的产生,所述交流发电机64输出13.3伏恒定电压。为了用13.3伏恒定电压对NMC蓄电池32充电,所述蓄电池控制单元34可控制直流-直流变换器410B将电压升为第二蓄电池电压424(例如,在13.3-16.6伏之间)。换句话说,所述直流-直流变换器410B可为升压变换器。由此,如图所示,随着所述NMC蓄电池32捕捉再生电力,所述第二蓄电池电压414增加,而蓄电池系统电压412保持在交流发电机64输出的13.3伏相对恒定电压。

[0185] 另外,在某些实施例中,所述直流-直流变换器410B可使第二蓄电池32的充电效率更高,同时防止铅酸蓄电池30过压。例如,在所实施例中,为了增加所述NMC蓄电池32的充电功率吸收率,直流-直流变换器410B可将总线电压升高到NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏),这个电压可高于铅酸蓄电池30的最大充电电压(例如,过压)。但是,由于总线电压不变,可防止所述铅酸蓄电池30过压。

[0186] 另一方面,所述NMC蓄电池32供电时(例如,在巡航438或自动停车440期间),基于NMC蓄电池32的较高电压,所述蓄电池控制单元34可通过变换器开关416选择旁路418,以使NMC蓄电池32放电。由此,如图所示,在这些阶段中,所述蓄电池系统电压422是第二蓄电池电压424。

[0187] 应理解的是,选择所述旁路418时,所述蓄电池系统的功能与上述蓄电池系统的无

源实施例相似。换句话说,所述NMC蓄电池32可向电气系统66供电,直到电量耗尽或几乎耗尽。由此,如图所示,所述铅酸蓄电池30以及NMC蓄电池32可供电,以热启动442内燃机18。一旦电量耗尽,所述NMC蓄电池32可通过直流-直流变换器410B断开,所述铅酸蓄电池30可单独向电气系统66供电。由此,如图所示,随着所述NMC蓄电池32继续向电气系统66供电,所述蓄电池系统电压422下降;在所述NMC蓄电池32的电量耗尽444之后(例如,在加速446期间),所述蓄电池系统电压422与铅酸蓄电池30微循环。

[0188] 半有源结构-局部电压匹配的第一实施例

[0189] 如上所述,图18B示出了根据第一实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的半有源蓄电池系统58B。图18B示出了蓄电池系统电压曲线448和第二蓄电池电压曲线450。更具体地,所述电压曲线448和450基于图6所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。

[0190] 在当前实施例中,与上述局部电压匹配的第一无源实施例、半无源实施例和开关无源实施例相似,所述铅酸蓄电池30可保持在约95-100%电荷状态。但是,由于所述交流发电机64将铅酸蓄电池30微循环到高达13.3伏,所述阈值电压可为13.3伏。由此,在当前实施例中,所述LTO/NMC蓄电池32可保持在约50%电荷状态(例如,13.3伏)。

[0191] 与图18A所示的非电压匹配实施例相似,所述蓄电池系统电压448在熄火452期间随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动454内燃机而急剧下降;随着铅酸蓄电池的微循环而进行微循环(例如,保持在95-100%电荷状态之间)。

[0192] 所示实施例还使用了与图16所示的直流-直流变换器(例如,输出旁路)相似的直流-直流变换器410B,所述直流-直流变换器410B具有旁路418,以降低半有源蓄电池系统58的成本。因此,产生再生电力时,选择所述变换器路径420以升高交流发电机64输出的电压,并对LTO/NMC蓄电池32充电。由此,如图所示,在再生制动460和464期间,当所述交流发电机64产生再生电力时,所述蓄电池系统电压保持恒定(例如,13.3伏)。更具体地,如上所述,所述直流-直流变换器410B将交流发电机输出的电压(例如,13.3伏)升高到第二蓄电池电压450(例如,在13.3-16伏之间)。另外,如上所述,所述直流-直流变换器410B可使第二蓄电池32最高以LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏)进行充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0193] 另一方面,所述LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电时,选择所述旁路418,以使具有较高电压(例如,13.3-16伏)的LTO/NMC蓄电池32放电。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压448是第二蓄电池电压450。

[0194] 所述LTO/NMC蓄电池32可继续供电,直到达到阈值电压(例如,13.3伏)。一旦达到阈值电压,所述LTO/NMC蓄电池32可断开,以使铅酸蓄电池30供电。由此,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32在巡航462期间达到阈值电压时,随着交流发电机64使铅酸蓄电池30微循环(例如,在95-100%电荷状态之间),所述蓄电池系统电压448进行微循环466。另外,所述LTO/NMC蓄电池32在自动停车468期间达到阈值电压时,随着所述铅酸蓄电池30供电,所述蓄电池系统电压448下降450。另外,在所述LTO/NMC蓄电池32达到阈值电压之后,所述铅酸蓄电池30可在加速472期间冷启动470并供电。

[0195] 半有源结构-局部电压匹配的第三实施例

[0196] 根据具有局部电压匹配蓄电池的半有源蓄电池系统58B的第一实施例的上述说

明,由于阈值电压设为13.3伏,可进一步限制LTO/NMC蓄电池32的储电容量。由此,与上述无源和半无源实施例相似,可通过降低交流发电机64输出的电压而降低阈值电压。附加地或可替代地,可使用双向变换器(例如,升降压变换器)。更具体地,升降压变换器可双向运行,可升高或降低输入电压。图18C示出了根据第三实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的蓄电池系统电压曲线474和第二蓄电池电压曲线476。

[0197] 与图18B所示的第一局部电压匹配蓄电池系统相似,所述蓄电池系统电压474在熄火478期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅酸蓄电池30冷启动480内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速482和巡航484(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池保持在95-100%电荷状态之间)。但是,通过经由所述直流-直流变换器410B将第二蓄电池断开,所述LTO/NMC蓄电池32保持在约0%电荷状态,而不是如图18B中的将LTO/NMC蓄电池32保持在约50%电荷状态。

[0198] 产生再生电力时,例如,在再生制动486或488期间,所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压474保持为13.3伏的相对恒定电压。另外,所述交流发电机64产生的再生电力对LTO/NMC蓄电池32充电。更具体地,所述第二蓄电池电压476低于总线电压(例如,交流发电机输出的电压)时,例如,在充电490或492期间,所述直流-直流变换器410B可将电压设为(例如,将总线电压(例如,13.3伏)降低到第二蓄电池电压(例如,在11.7-13.2伏之间)),以对LTO/NMC蓄电池32充电。一旦所述第二蓄电池电压476达到交流发电机64输出的电压,所述直流-直流变换器可将总线电压(例如,13.3)升高到第二蓄电池电压(例如,13.3-16伏),并对LTO/NMC蓄电池32充电。另外,如上所述,所述直流-直流变换器410B可使第二蓄电池32最高以LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏)进行充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0199] 所述LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电时,例如,在巡航494或自动停车496期间,所述直流-直流变换器410B可将总线电压保持在与交流发电机64输出的电压(例如,13.3伏)大约相同的电压。例如,所述第二蓄电池电压476大于13.3伏时(例如,放电498和自动停车500),所述直流-直流变换器410B可降低电压。另一方面,所述第二蓄电池电压小于13.3伏时(例如,放电502和503),所述直流-直流变换器410B可升高电压。由此,如图所示,在这个阶段中,所述蓄电池系统电压474保持在13.3伏。另外,所述LTO/NMC蓄电池32可继续供电,直到电量耗尽。例如,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32可在加速504期间供电,直到电量耗尽,并且可作为对铅酸蓄电池30的补充而热启动506内燃机18。

[0200] 半有源结构-电压匹配

[0201] 如上所述,图18D示出了半有源蓄电池系统电压的蓄电池系统电压曲线508和蓄电池30和32电压匹配时的第二蓄电池电压曲线510。更具体地,所述电压曲线508和510基于图7所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32的电压特性。另外,与图18C所示的局部电压匹配的第三实施例相似,在当前实施例中,即使电压(例如,11.7伏)小于阈值电压(例如,13.3伏),所述铅酸蓄电池30也可基本保持在95-100%电荷状态,LTO/LMO蓄电池32可基本保持在0%电荷状态,以使第二蓄电池利用其满储电容量捕捉再生电力。

[0202] 与图18C所示的局部电压匹配实施例电压相似,所述蓄电池系统电压508在熄火512期间(例如,在时间0与时间1之间)随着铅酸蓄电池30向电气系统66供电而下降;随着铅

酸蓄电池30冷启动514内燃机(例如,在时间1)而急剧下降;在车辆加速516和巡航518(例如,在时间1与时间3之间)时微循环(例如,将铅酸蓄电池保持在95-100%电荷状态之间)。另外,通过经由所述直流-直流变换器410B将第二蓄电池断开,所述LTO/LMO蓄电池32保持在约0%电荷状态(例如,11.7伏)。

[0203] 产生再生电力时,例如,在再生制动520或522期间,所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压518保持为13.3伏的恒定电压。另外,所述交流发电机64产生的再生电力对LTO/LMO蓄电池32充电。在所示实施例中,所述第二蓄电池电压510在11.7伏(例如,0%电荷状态)与13.2伏(例如,100%电荷状态)之间。换句话说,所述第二蓄电池电压510小于交流发电机64输出的13.3伏电压。由此,在某些实施例中,所述直流-直流变换器410B可设定电压(例如,将总线电压(例如,13.3伏)降低到第二蓄电池电压(例如,在11.7-13.2伏之间))以对LTO/LMO蓄电池32充电。

[0204] 所述LTO/LMO蓄电池32向电气系统供电时,例如,在巡航524或自动停车526期间,所述直流-直流变换器410B可将总线电压保持在与交流发电机64输出的电压大约相同的电压。更具体地,由于所述第二蓄电池电压510(例如,在11.8-13.2伏之间)低于交流发电机64输出的电压(例如,13.3伏),所述直流-直流变换器410B可升高LTO/LMO蓄电池32输出的电压。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压508基本保持在13.3伏。另外,所述LTO/LMO蓄电池32可继续供电,直到电量耗尽。例如,如图所示,所述LTO/LMO蓄电池32在自动停车526期间耗尽电量时,随着所述铅酸蓄电池30供电,所述蓄电池系统电压508下降。另外,在所述LTO/LMO蓄电池32的电量耗尽之后,所述铅酸蓄电池30供电以进行冷启动528,并且在加速530期间供电。

[0205] 在上文所述的某些实施例中,所述直流-直流变换器410B被描述为双向变换器(例如,升降压变换器),该双向变换器可降低总线电压以对第二蓄电池32充电,以及可升高第二蓄电池电压510以向电气系统66供电。附加地或可替代地,所述直流-直流变换器410B可为具有旁路的变换器,所述旁路可与图17所示的直流-直流变换器的旁路(例如,输入旁路)相似。更具体地,对所述LTO/LMO蓄电池32充电时,可选择旁路418,以使电流从较高的总线电压(例如,13.3伏)流向较低的第二蓄电池电压(例如,在11.8-13.2伏之间)。另一方面,所述LTO/LMO蓄电池32供电时,可选择变换器路径420,以升高第二蓄电池输出的电压。

[0206] 基于上文所述的半有源蓄电池系统58的各个实施例,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法的复杂度可能高于半无源蓄电池系统54中使用的算法。更具体地,除控制交流发电机64之外,所述蓄电池控制单元34还可控制直流-直流变换器410的运行,所述控制可包括断开/闭合直流-直流变换器410的内部开关。例如,在某些实施例中,所述蓄电池控制单元34可利用直流-直流变换器410B使第二蓄电池32的充电更加优化(例如,用较高充电电压充电),同时防止铅酸蓄电池30过电压。由此,所述蓄电池控制单元34可打开/关闭交流发电机64并断开/闭合直流-直流变换器410中的内部开关,以将蓄电池30和32中的每一个保持在其各自的目标电荷状态。另外,所述蓄电池控制单元34还可用直流-直流变换器410控制其他运行参数,例如,限制电流或电压。另外,使用具有旁路(例如,图16和17所示的旁路)的变换器时,所述蓄电池控制单元34还可控制变换器开关416的运行,所述变换器开关416可选择地在旁路418与变换器路径420之间切换。

[0207] 如上所述,用第一直流-直流变换器412和第二直流-直流变换器414代替开关蓄电

池系统56中的开关286和288,可形成有源蓄电池系统60。加入第一直流-直流变换器412以选择性地 将铅酸蓄电池30与总线68连接/断开,可使蓄电池系统电压在车辆运行期间(例如,在时间0与时间8之间)基本保持在恒定电压(例如,13.3伏),具体如下文所述。

[0208] 鉴于以上内容,图20A-20D根据上文所述的车辆假想操作示出了有源蓄电池系统60的图解电压。图20A-20D是XY曲线图,每个图示出了时间0与时间8之间有源蓄电池系统60的动态电压的电压曲线、铅酸蓄电池30的动态电压的铅酸蓄电池电压曲线,以及第二蓄电池32的动态电压的第二蓄电池电压曲线,其中,电压位于Y轴,时间位于X轴。更具体地,图20A示出了具有非电压匹配蓄电池对的有源蓄电池系统60,图20B示出了具有局部电压匹配蓄电池对的第一实施例的有源蓄电池系统60,图20C示出了具有局部电压匹配蓄电池对的第三实施例的有源蓄电池系统60,图20D示出了具有电压匹配蓄电池对的有源蓄电池系统60。

[0209] 有源结构-非电压匹配

[0210] 如上所述,图20A示出了所述铅酸蓄电池30和第二蓄电池32非电压匹配时的蓄电池系统电压曲线532、铅酸蓄电池电压曲线534和第二蓄电池电压曲线536。更具体地,所述电压曲线532、534和536基于图5所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和NMC蓄电池32的电压特性。与上文所述的非电压匹配实施例相似,所述铅酸蓄电池30可基本保持在95-100%电荷状态之间,所述NMC蓄电池32可基本保持在约0%电荷状态。

[0211] 在所示实施例中,所述铅酸蓄电池30在熄火538、冷启动540、加速542和巡航544期间单独向电气系统66供电。更具体地,所述铅酸蓄电池电压534在熄火538期间随着电荷状态的下降而下降;急剧下降,以冷启动540内燃机;并在加速542和巡航544期间进行微循环(例如,在13.3伏与12.8伏之间)。在这个阶段(例如,在时间0与时间3之间),所述铅酸蓄电池电压534可由第一直流-直流变换器412(例如,升压变换器)升高到恒定电压(例如,13.3伏)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压532基本保持为13.3伏的恒定电压。另外,所述NMC蓄电池32可保持在约0%电荷状态,并可通过第二直流-直流变换器414断开。

[0212] 随着再生电力的产生,例如,在再生制动546或548期间,所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压532基本保持为13.3伏的恒定电压。另外,为了用13.3伏恒定电压对NMC蓄电池32充电,所述第二直流-直流变换器414可升高电压,以与第二蓄电池电压536匹配。另外,所述铅酸蓄电池30可通过第一直流-直流变换器412断开。在其他实施例中,所述第一直流-直流变换器412可通过控制电压而将铅酸蓄电池30保持在其目标运行点。由此,如图所示,所述第二蓄电池电压536随着NMC蓄电池32捕捉再生电力而增加,所述铅酸蓄电池电压534保持相对恒定(例如,12.9伏)。

[0213] 另外,在某些实施例中,所述直流-直流变换器412和414可使第二蓄电池32的充电效率更高,同时防止铅酸蓄电池30过压。例如,在所示实施例中,为了增加所述NMC蓄电池32的充电功率吸收率,所述第二直流-直流变换器414可将总线电压升高到NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏),这个电压可高于铅酸蓄电池30的最大充电电压(例如,过压)。但是,所述 第一直流-直流变换器412可控制施加在铅酸蓄电池30上的电压,以防止铅酸蓄电池30过压。

[0214] 随着所述NMC蓄电池32向电气系统供电,例如,在巡航550或自动停车552期间,所述第二直流-直流变换器414可降低第二蓄电池电压536,以与交流发电机64输出的电压匹

配。由此,如图所示,所述第二蓄电池电压536随着NMC蓄电池32供电而下降,所述蓄电池系统电压532保持在13.3伏。另外,所述NMC蓄电池32可继续供电,直到电量耗尽。由此,如图所示,所述NMC蓄电池32在加速556期间供电,以热启动554内燃机。一旦电量耗尽,所述NMC蓄电池32可通过第二直流-直流变换器414断开,所述铅酸蓄电池可通过第一直流-直流变换器412连接以向电气系统66供电。

[0215] 有源结构-局部电压匹配的第一实施例

[0216] 如上所述,图20B示出了根据第一实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的有源蓄电池系统。图20B示出了蓄电池系统电压曲线558、铅酸蓄电池电压曲线560和第二蓄电池电压曲线562。更具体地,所述电压曲线558、560和562基于图6所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32的电压特性。与上文所述的局部电压匹配的第一实施例相似,所述铅酸蓄电池30可基本保持在95-100%电荷状态之间,所述LTO/NMC蓄电池32可基本保持在阈值电压以上(例如,50%电荷状态)。

[0217] 在运行中,当前实施例可与图20A所示的非电压匹配实施例相似。更具体地,所述铅酸蓄电池30在熄火564、冷启动566、加速568和巡航570期间单独向电气系统66供电。在这个阶段(例如,在时间0与时间3之间),所述铅酸蓄电池电压560可由第一直流-直流变换器412(例如,升压变换器)升高到恒定电压(例如,13.3伏),所述LTO/NMC蓄电池32可保持在约50%电荷状态,并可通过第二直流-直流变换器414断开。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压558和第二蓄电池电压562保持在约13.3伏的相对恒定电压。另外,随着再生电力的产生(例如,再生制动572或574),所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏),所述第二直流-直流变换器44升高电压,以与第二蓄电池电压452匹配,所述铅酸蓄电池30通过第一直流-直流变换器412断开。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压558基本保持在13.3伏的恒定电压,所述第二蓄电池电压562随着LTO/NMC蓄电池32捕捉再生电力而增加,所述铅酸蓄电池电压534保持相对恒定(例如,12.9伏)。另外,如上所述,所述直流-直流变换器412和414可使第二蓄电池32最高以LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏)进行充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0218] 另外,随着所述LTO/NMC蓄电池32向电气系统供电(例如,在巡航576或自动停车578期间),所述第二直流-直流变换器414降低第二蓄电池电压562,以与交流发电机64输出的电压匹配。由此,如图所示,所述第二蓄电池电压562随着LTO/NMC蓄电池32供电而下降,所述蓄电池系统电压532保持在13.3伏。

[0219] 另外,所述LTO/NMC蓄电池32可继续供电,直到第二蓄电池电压562达到阈值电压(例如,13.3伏)。一旦达到阈值电压,所述LTO/NMC蓄电池32可通过第二直流-直流变换器414断开,所述铅酸蓄电池可通过第一直流-直流变换器412连接以使铅酸蓄电池30供电。例如,如图所示,在巡航576期间达到阈值电压时,所述铅酸蓄电池30可进行微循环580。另外,在自动停车578期间达到阈值电压时,所述铅酸蓄电池电荷状态可随着铅酸蓄电池30放电582而下降。另外,由于所述第二蓄电池电压562已达到阈值电压,所述铅酸蓄电池可在热启动582和加速586期间向电气系统66供电。在这个阶段,所述第一直流-直流变换器412可升高铅酸蓄电池30输出的电压,以与交流发电机64输出的电压匹配。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压558保持为13.3伏的恒定电压。

[0220] 有源结构-局部电压匹配的第三实施例

[0221] 与图18B所示的具有局部电压匹配蓄电池的半有源蓄电池系统的第一实施例相同,由于阈值电压增加到13.3伏,所述LTO/NMC蓄电池32的储电容量被限制。由此,可相似地使用双向变换器(例如,升降压变换器)。图20C示出了根据第三实施例的蓄电池30和32局部电压匹配时的蓄电池系统电压曲线588、铅酸蓄电池电压曲线590和和第二蓄电池电压曲线592。与半有源实施例相同,所述铅酸蓄电池30可基本保持在95-100%电荷状态之间,所述LTO/NMC蓄电池32可基本保持在0%电荷状态。

[0222] 与图20B所示的第一局部电压匹配蓄电池系统相似,所述铅酸蓄电池30在熄火594、冷启动596、加速598和巡航600期间单独向电气系统66供电。在这个阶段(例如,在时间0与时间3之间),所述铅酸蓄电池电压590可由第一直流-直流变换器412(例如,升压变换器)升高到恒定电压(例如,13.3伏),所述LTO/NMC蓄电池32可保持在约0%电荷状态,并可通过第二直流-直流变换器414断开。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压588保持为13.3伏的相对恒定的电压。

[0223] 产生再生电力时,例如,在再生制动602或604期间,所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压588保持为13.3伏的相对恒定的电压。为了对所述LTO/NMC蓄电池32充电,所述第二蓄电池电压592低于总线电压时(例如,充电606或608),所述第二直流-直流变换器414可将总线电压(例如,13.3伏)降低到第二蓄电池电压592。另外,第二蓄电池电压592高于总线电压时,所述第二直流-直流变换器414可将总线电压升高到第二蓄电池电压592。另外,如上所述,所述直流-直流变换器412和414可使第二蓄电池32最高以LTO/NMC蓄电池32的最大充电电压(例如,16.8伏)进行充电,同时防止铅酸蓄电池30过压。

[0224] 所述LTO/NMC蓄电池32向电气系统66供电时,例如,在巡航610或自动停车612期间,所述第二直流-直流变换器414可将总线电压约保持在交流发电机64输出的电压(例如,13.3伏)。例如,如图所示,所述第二蓄电池电压592大于13.3伏时(例如,放电614或自动停车616),所述第二直流-直流变换器414可降低电压。另一方面,所述第二蓄电池电压小于13.3伏时(例如,放电618和619),所述第二直流-直流变换器414可升高电压。由此,如图所示,在这个阶段中,所述蓄电池系统电压588基本保持在13.3伏。

[0225] 另外,所述LTO/NMC蓄电池32可继续供电,直到电量耗尽。例如,如图所示,所述LTO/NMC蓄电池32可在加速620期间供电,直到电量耗尽,并可作为对铅酸蓄电池30的补充,以热启动622内燃机。更具体地,所述铅酸蓄电池30和LTO/NMC蓄电池32均可通过第一直流-直流变换器412和第二直流-直流变换器414连接,以进行热启动622。与上文所述的实施例相同,所述蓄电池控制单元34可根据每个蓄电池的电荷状态和用于进行每个车辆操作(例如,热启动622)的最低电荷状态而决定用铅酸蓄电池30、第二蓄电池32还是以上两者进行热启动。一旦电量耗尽,所述LTO/NMC蓄电池32可通过第二直流-直流变换器414断开,所述铅酸蓄电池可通过第一直流-直流变换器412连接以使铅酸蓄电池30供电。

[0226] 有源结构-电压匹配

[0227] 如上所述,图20D示出了蓄电池30和32电压匹配时的有源蓄电池系统。图20D示出了蓄电池系统电压曲线624、铅酸蓄电池电压曲线626和第二蓄电池电压曲线628。更具体地,所述电压曲线624、626和628基于图7所示的电压特性。换句话说,基于铅酸蓄电池30和LTO/LMO蓄电池32的电压特性。另外,与图20C所示的局部电压匹配的第三实施例相似,即使

第二蓄电池电压628小于阈值电压,所述铅酸蓄电池30也可基本保持在95-100%电荷状态,LTO/LMO蓄电池32可基本保持在0%电荷状态,以使第二蓄电池利用其满储电容量捕捉再生电力。

[0228] 与图20C所示的局部电压匹配实施例相似,所述铅酸蓄电池30在熄火630、冷启动632、加速634和巡航636期间单独向电气系统66供电。在这个阶段(例如,在时间0与时间3之间),所述铅酸蓄电池电压626可由第一直流-直流变换器412(例如,升压变换器)升高到恒定电压(例如,13.3伏),所述LTO/LMO蓄电池32可保持在约0%电荷状态,并可通过第二直流-直流变换器414断开。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压624保持为13.3伏的相对恒定的电压。

[0229] 产生再生电力时(例如,再生制动638或640),所述交流发电机64输出恒定电压(例如,13.3伏),所述铅酸蓄电池30通过第一直流-直流变换器412断开。为了对所述LTO/LMO蓄电池32充电,所述第二直流-直流变换器413可设置电压,例如,将总线电压(例如,13.3伏)降低到第二蓄电池电压(例如,在11.7-13.2伏之间)。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压624保持在13.3伏的相对恒定的电压,所述铅酸蓄电池电压626保持在12.9伏的相对恒定的电压,所述第二蓄电池电压628随着LTO/LMO蓄电池32捕捉再生电力而增加。

[0230] 所述LTO/LTO蓄电池32向电气系统66供电时(例如,在巡航642或自动停车644期间),所述第二直流-直流变换器414可通过升高第二蓄电池电压(例如,11.7-13.2伏)而将总线电压保持在与交流发电机64输出的电压(例如,13.2伏)大约相同的电压。由此,如图所示,所述蓄电池系统电压624保持在13.3伏的相对恒定的电压,所述第二蓄电池电压626随着LTO/LTO蓄电池32供电而下降。

[0231] 另外,所述LTO/LTO蓄电池32可继续供电,直到电量耗尽。一旦电量耗尽,所述LTO/LTO蓄电池32可通过第二直流-直流变换器414断开,所述铅酸蓄电池30可通过第一直流-直流变换器412连接。另外,所述第一直流-直流变换器412可升高铅酸蓄电池电压626,以与交流发电机64输出的电压匹配。由此,如图所示,所述LTO/LMO蓄电池30在自动停车644期间耗尽电量时,所述铅酸蓄电池电压626随着铅酸蓄电池30供电而下降,所述蓄电池系统电压624保持在13.3伏的相对恒定的电压。另外,由于所述LMO/LTO蓄电池的电量耗尽,所述铅酸蓄电池30可供电以进行冷启动646,以及在加速648期间供电。在这些阶段中,所述第一直流-直流变换器412可继续升高铅酸蓄电池电压626,以将蓄电池系统电压624保持相对恒定。

[0232] 基于上文所述的有源蓄电池系统60的各个实施例,所述蓄电池控制单元34使用的控制算法的复杂度可能高于半有源蓄电池系统58和开关无源蓄电池系统56中使用的算法。更具体地,除控制交流发电机64之外,所述蓄电池控制单元34还可控制第一直流-直流变换器412和第二直流-直流变换器414的运行,所述控制可包括断开/闭合每个直流-直流变换器的内部开关。例如,在某些实施例中,所述蓄电池控制单元34可利用直流-直流变换器412和414使第二蓄电池32的充电更加优化(例如,用较高充电电压充电),同时防止铅酸蓄电池30过电压。由此,所述蓄电池控制单元34可打开/关闭交流发电机64并断开/闭合直流-直流变换器412和414中的内部开关,以将蓄电池30和32的每一个保持在其各自的目标电荷状态。另外,所述蓄电池控制单元34还可用直流-直流变换器412和414控制其他运行参数,例如,限制电流或电压。

[0233] 在上文所述的有源蓄电池系统60的每个实施例中,所述蓄电池系统电压(例如,532、558、588和624)在操作车辆期间(例如,在时间0与时间8之间)保持相对恒定。更具体地,在每个实施例中,所述第二直流-直流变换器414描述为双向升高或降低电压的双向变换器(例如,升降压变换器)。例如,在图20A所示的非电压匹配实施例中,所述第二直流-直流变换器414可升高总线电压,以对第二蓄电池32充电,并可降低第二蓄电池电压,以提供恒定电压(例如,13.3伏)。但是,如上所述,直流-直流变换器可能不是100%有效。另外,双向变换器的成本可能高于如图16和17所示的具有旁路418的变换器。由此,可替代地,上文所述的有源蓄电池系统实施例可使用具有旁路418的第二直流-直流变换器414。如图所示,在非电压匹配实施例中,所述由于电压较高,第二蓄电池32可通过旁路418放电(例如,在巡航或自动停车期间)。

[0234] 如上所述,启动(例如,用曲柄启动)内燃机18可能需要大量的电力。在某些实施例中,所述起动机62可用5kW电力或以上。但是,能满足这种电力要求的直流-直流变换器可能较为昂贵。由此,图21示出了开关有源蓄电池系统650的一个实施例。如图所示,所述铅酸蓄电池30与总线68之间设有开关652,所述第二蓄电池32与总线68之间设有直流-直流变换器654。因此,所述开关652选择性地连接/断开铅酸蓄电池30,所述直流-直流变换器654选择性地连接/断开第二蓄电池32。更具体地,使用开关652是因为,与直流-直流变换器相比,开关一般较为便宜,并且可允许通过较大功率,因而更为耐用。另外,可将开关652用于选择性地连接铅酸蓄电池30,因为与第二蓄电池32相比,铅酸蓄电池能够提供较大的电力。附加地或可替代地,可将所述开关652和直流-直流变换器654交换。

[0235] 所述技术提高了车辆环境(例如,微混合动力和再生制动车辆)以及其他储能/耗能应用(例如,电网的储能)中蓄电池系统的电力储存和电力分配效率。在某些实施例中,与传统蓄电池系统(例如,单个12伏铅酸蓄电池)相比,本文所述的技术可节约燃油并/或将有害排放物减少3-5%,因为通过更有效地捕捉再生电力,减少了交流发电机上的负荷,所述再生电力之后可用于代替交流发电机向车辆的电气系统66提供电力(例如,燃料能)。

[0236] 更具体地,在某些实施例中,公开的蓄电池系统包括蓄电池30和第二蓄电池32,每个蓄电池使用不同的蓄电池化学成分(例如,铅酸或镍锰钴氧化物)。另外,所述蓄电池30和第二蓄电池32以各种并联结构设置,例如,无源、半无源、开关无源、半有源、有源或开关有源结构。如上所述,所述各种结构可通过开关和/或直流-直流变换器对蓄电池系统进行不同程度的控制。基于所选的蓄电池化学成分和结构,所述蓄电池30和第二蓄电池32可协作运行。例如,所述第一蓄电池30可提供大量电流,而第二蓄电池(例如,电力设备)32可有效地捕捉、储存和分配再生电力,因为其库仑效率和/或充电率更高。换句话说,所述第一蓄电池可为主电源,第二蓄电池可作为对第一蓄电池的补充,由此也可减少蓄电池的储电容量。另外,所述蓄电池系统中使用的蓄电池一般可输出7-18伏的电压,从而与传统蓄电池系统一致。

[0237] 上文仅对本公开的某些特征和实施例进行了图解和说明,但本领域的技术人员应想到的是,只要不实质性脱离权利要求记载的主题的新颖教导和优点,可进行多种修改和更改(例如,各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例、参数值(例如,温度、压力等)、安装布局、采用的材料、颜色、方向等的变化)。可根据替代实施例改变或重新排列任何过程或方法步骤的顺序。因此,应理解的是,所附权利要求意欲涵盖本公开的真实主旨范围内的所有这

种修改和变化。另外,为了提供例示性实施例的简要说明,本文可能未对实际实施方式的所有特征进行说明(即,与实施本公开的当前设想最佳模式无关的特征,或与实现本公开无关的特征)。应理解的是,在任何这种实际实施方式的开发过程中,例如,在任何工程或设计项目中,必须做出针对某个实施方式的许多决定。在开发上所做的这种努力可能很复杂、耗时,但是,对得益于本公开的普通技术人员来说,不过是设计、制造和生产过程中的常规任务。

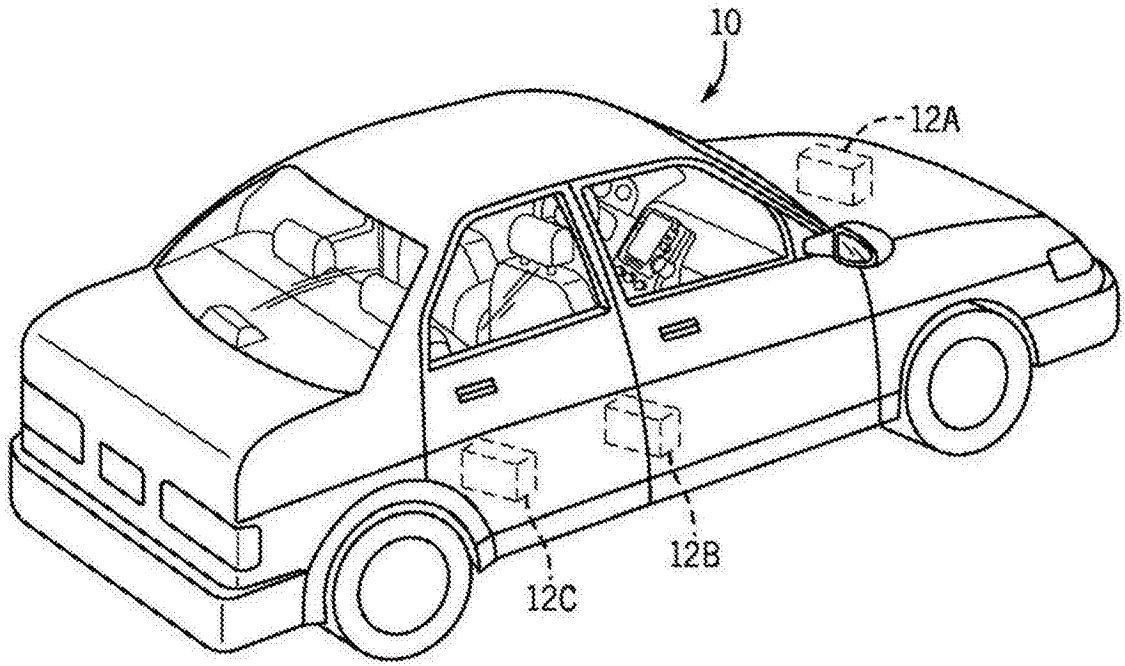


图1

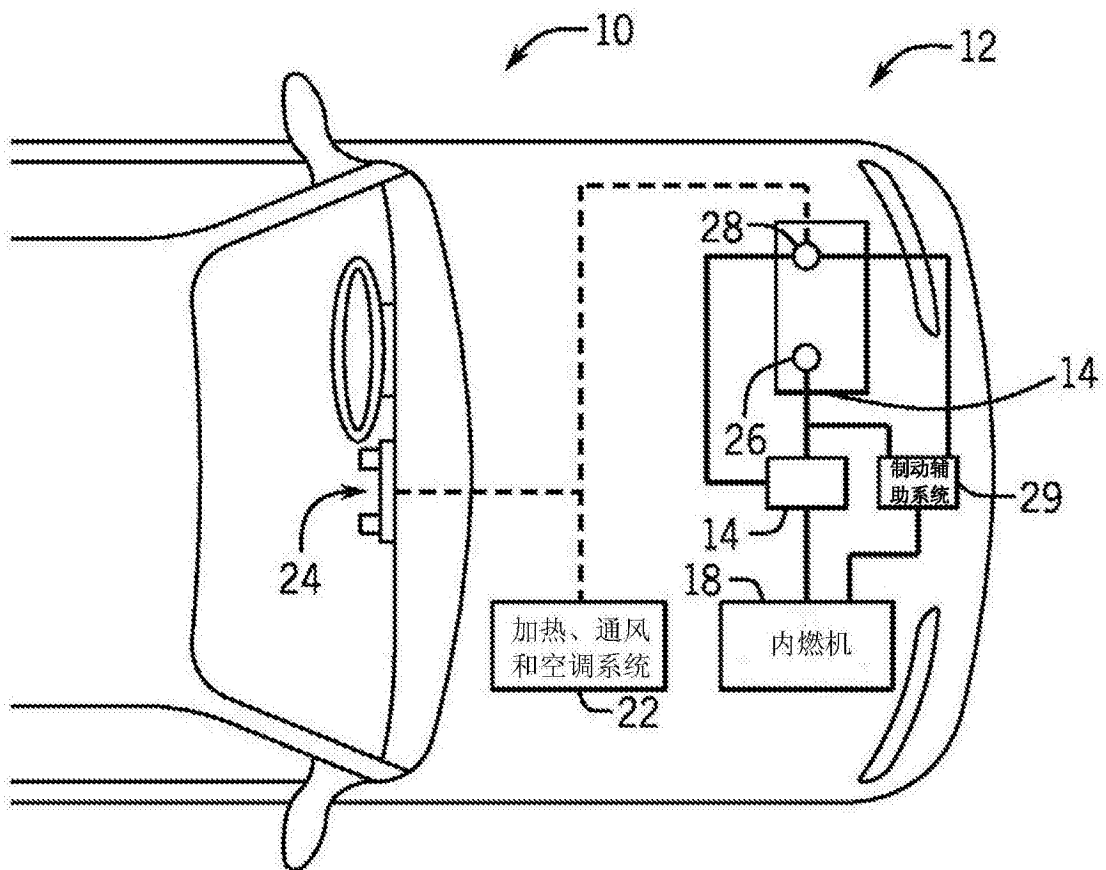


图2

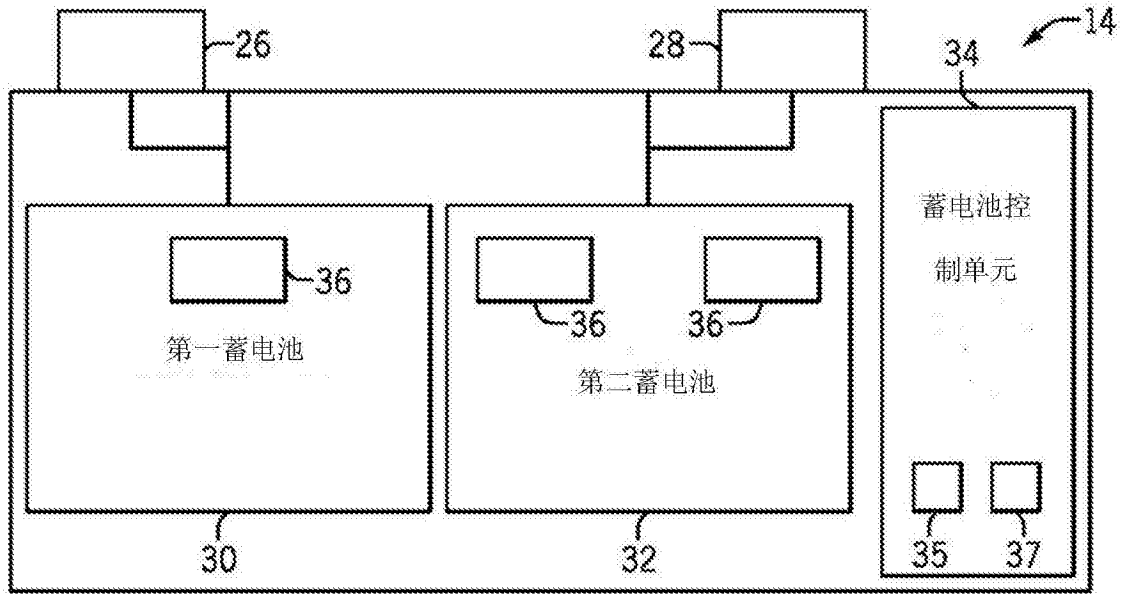


图3

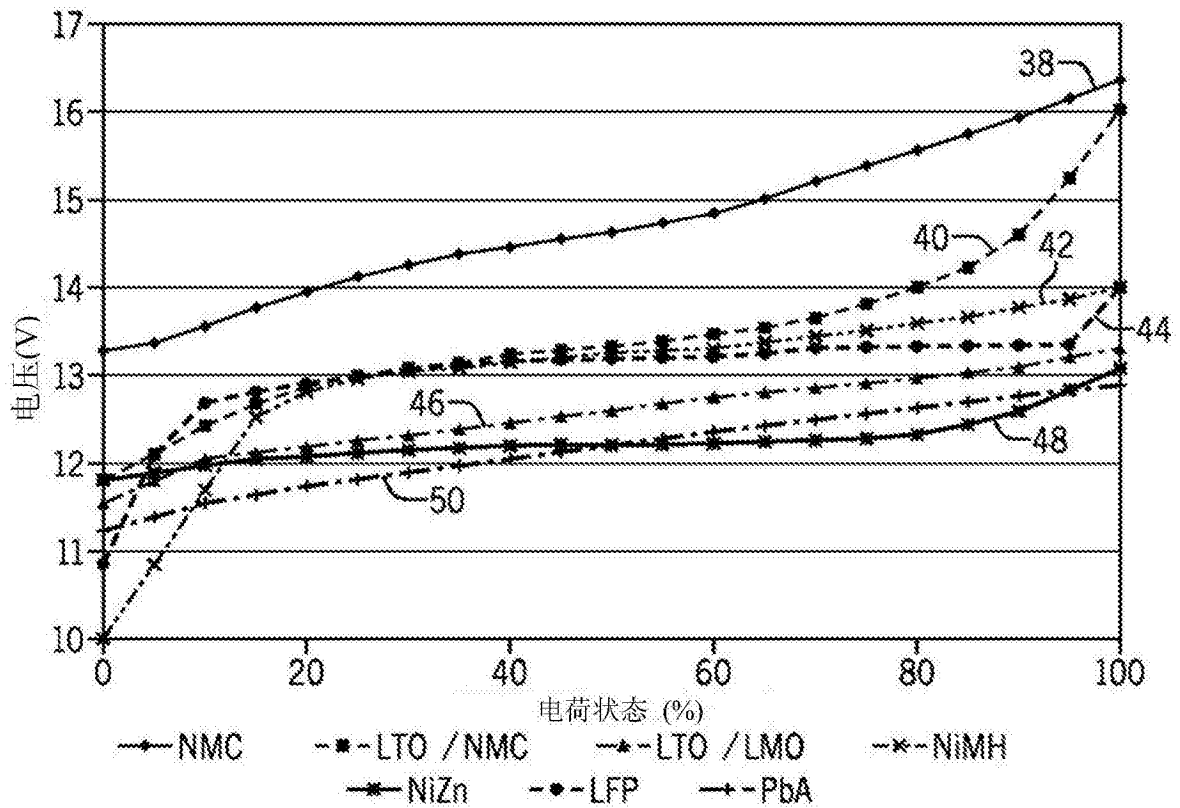


图4

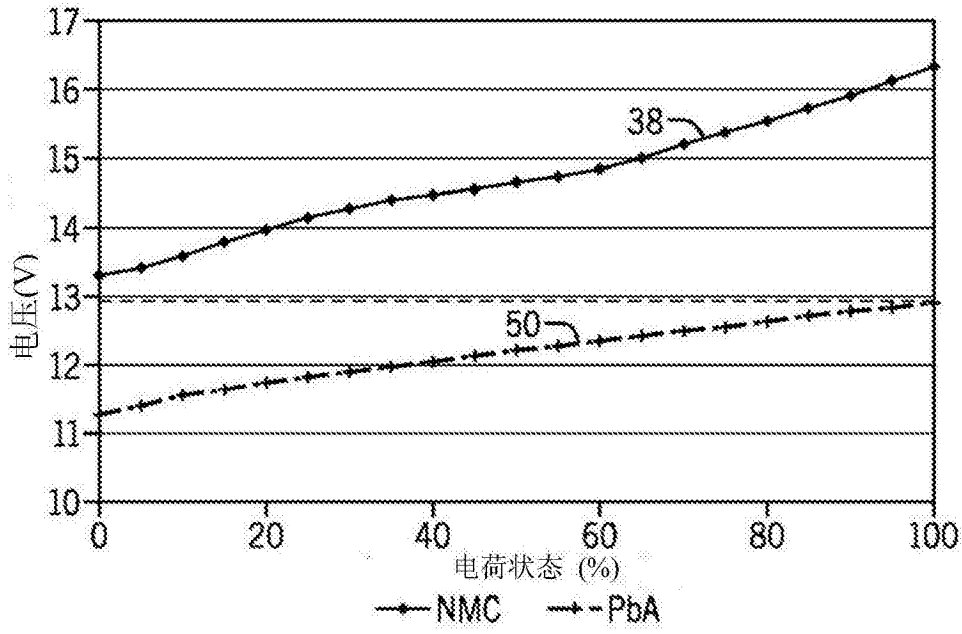


图5

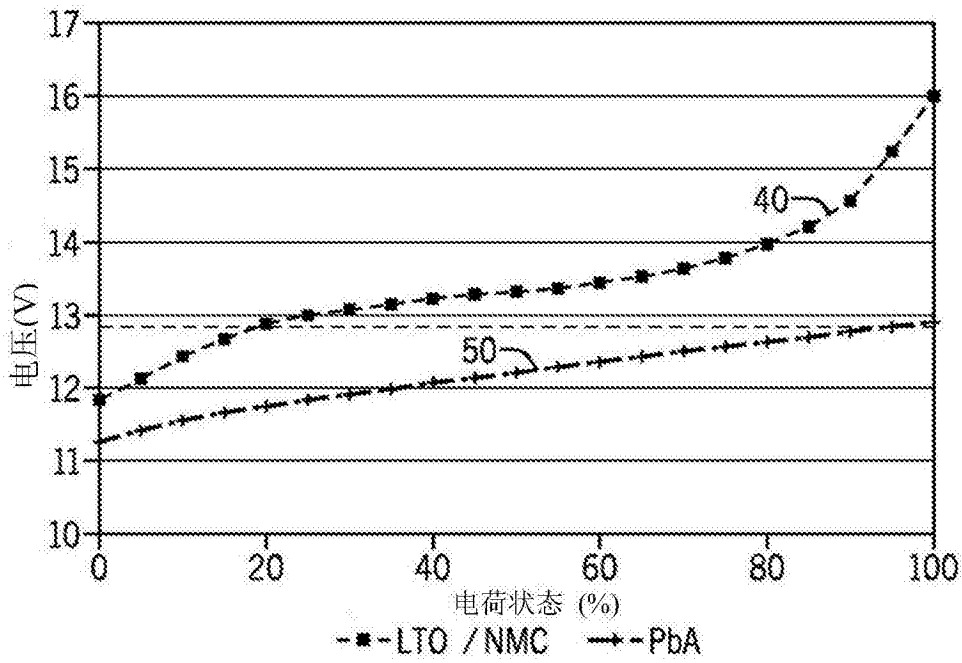


图6

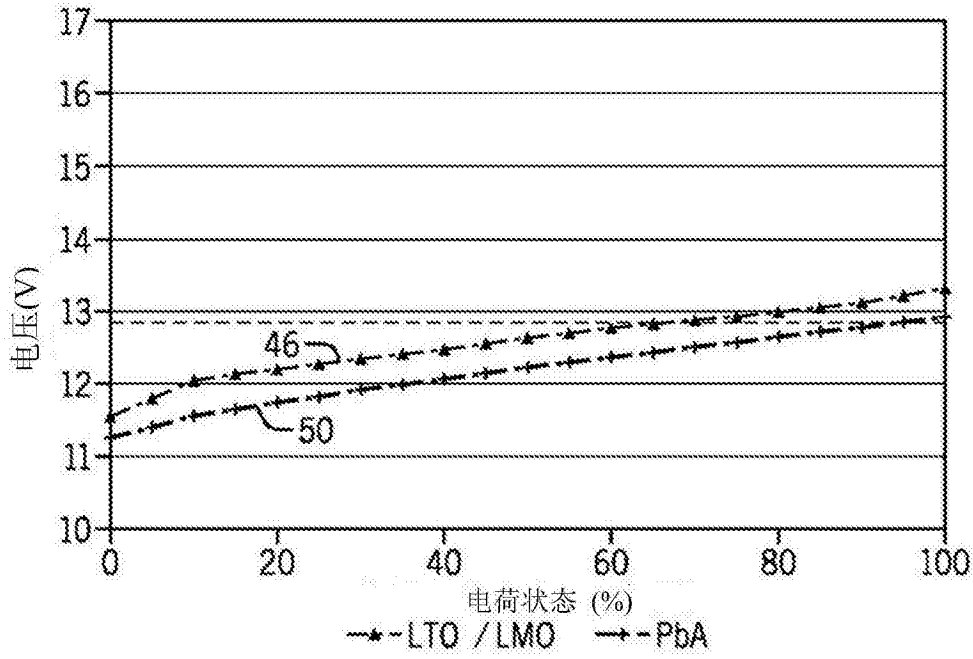


图7

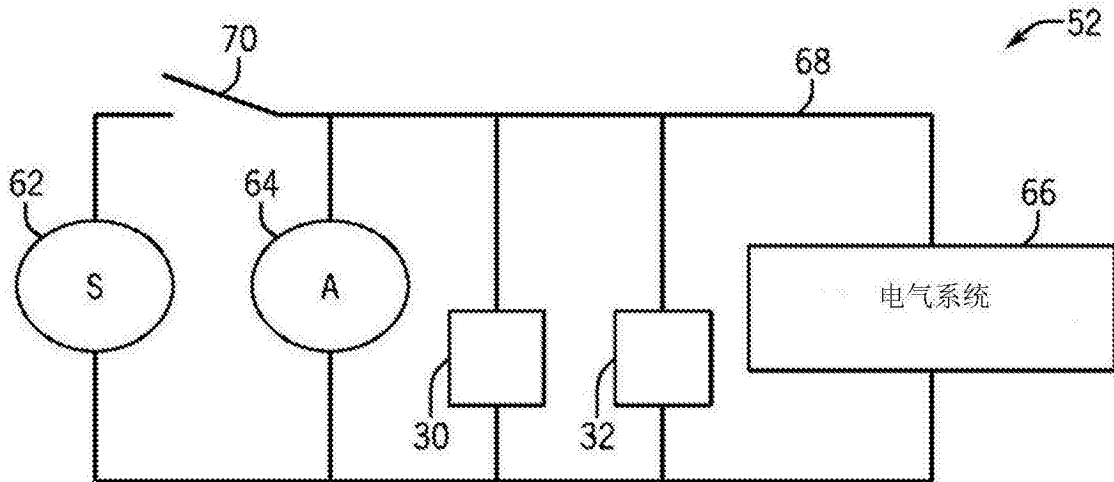


图8

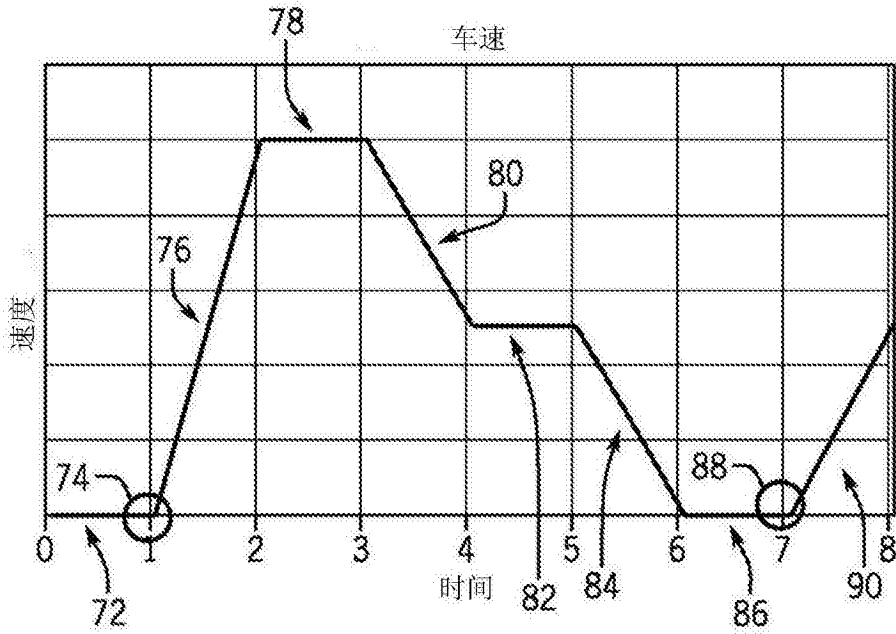


图9

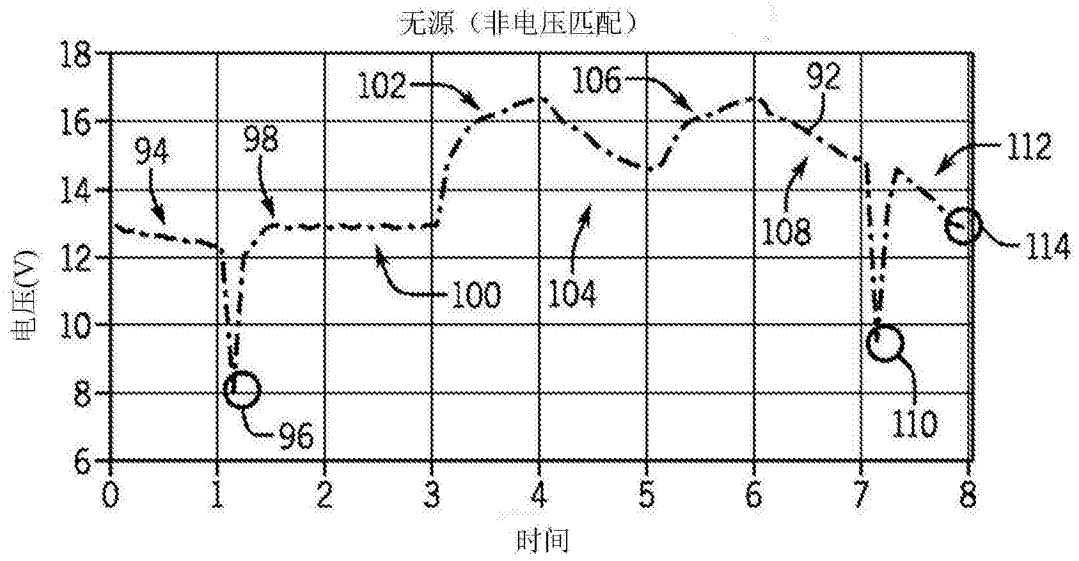


图10A

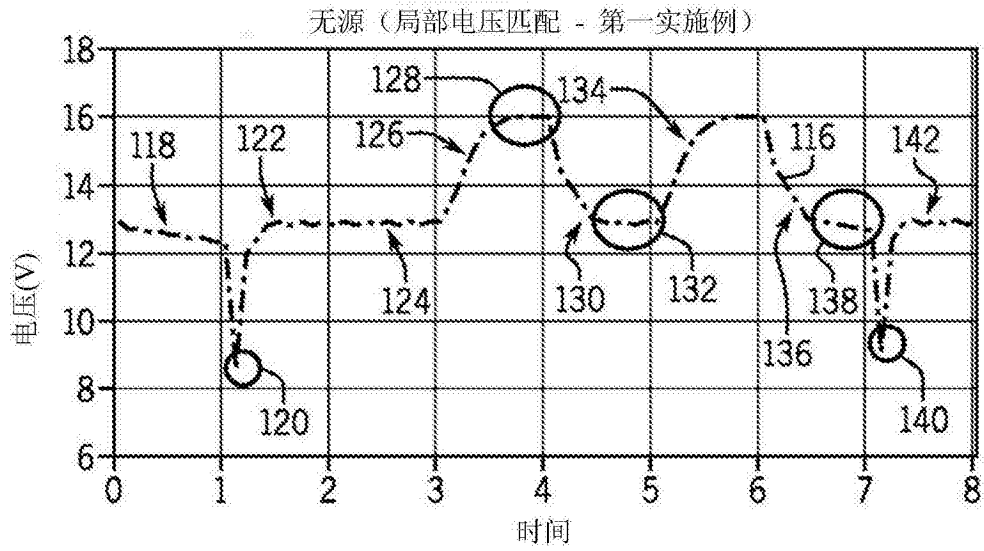


图10B

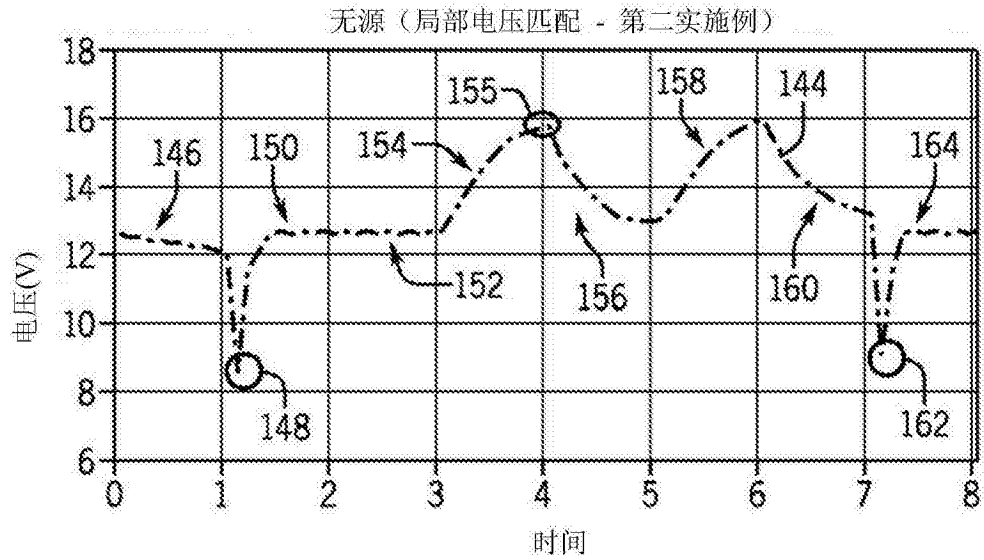


图10C

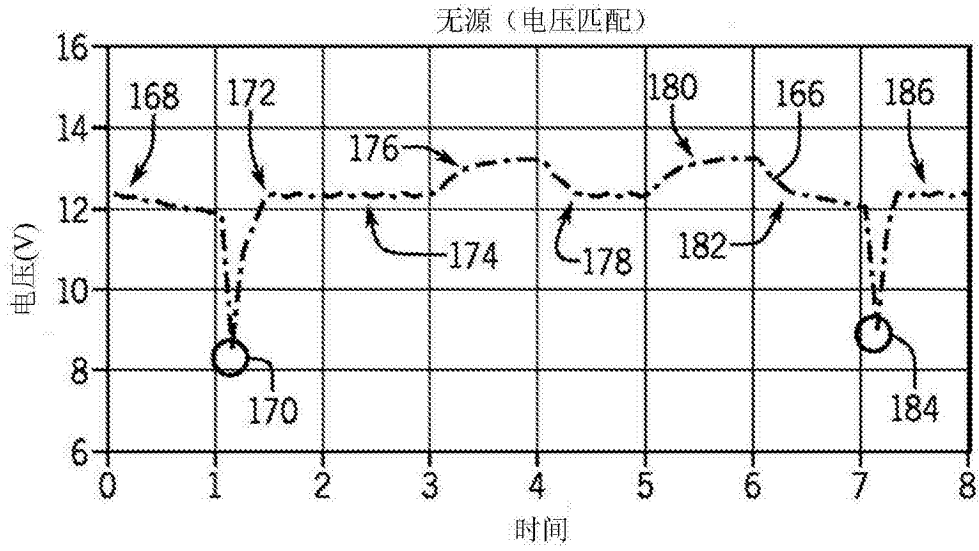


图10D

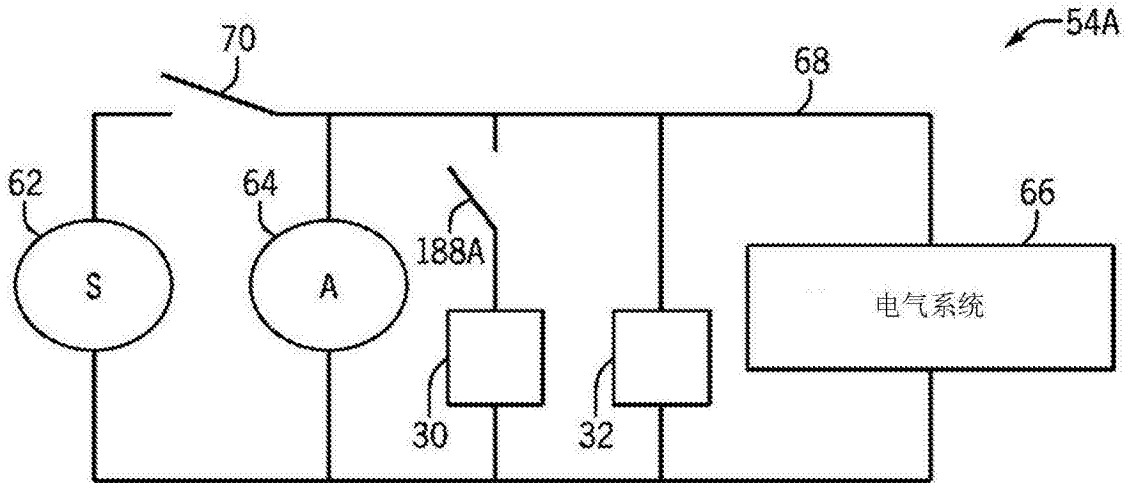


图11A

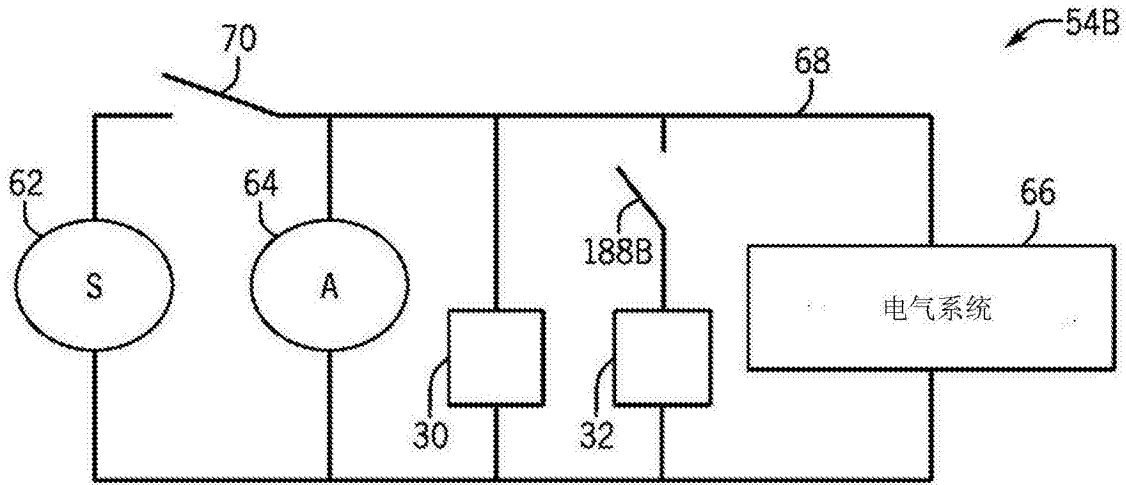


图11B

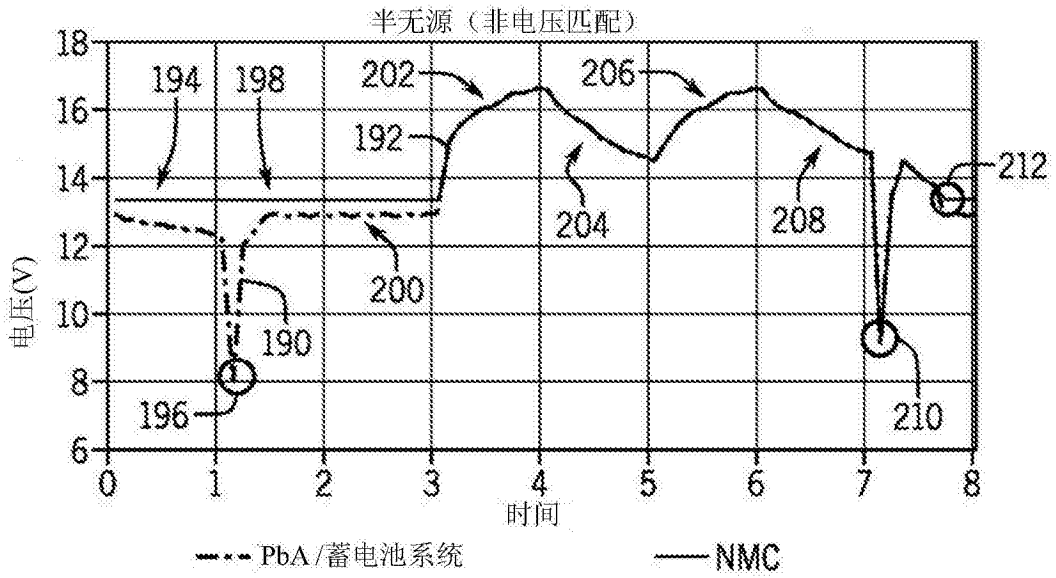


图12A

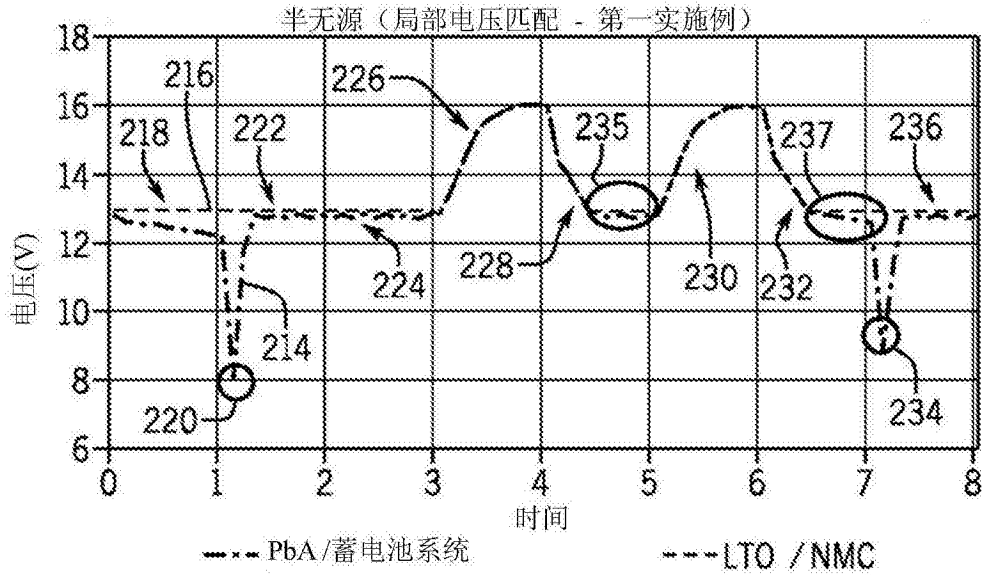


图12B

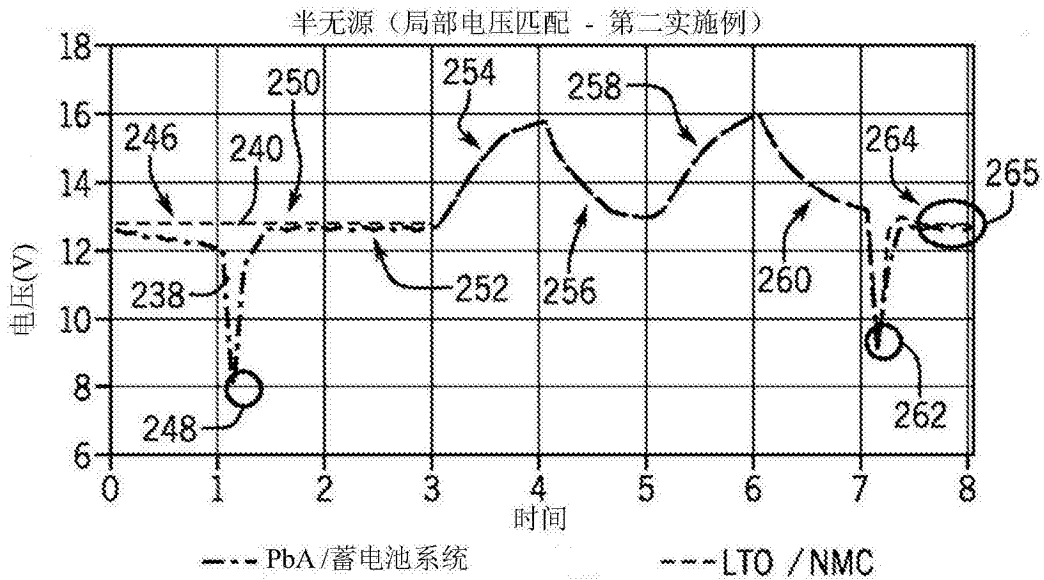


图12C

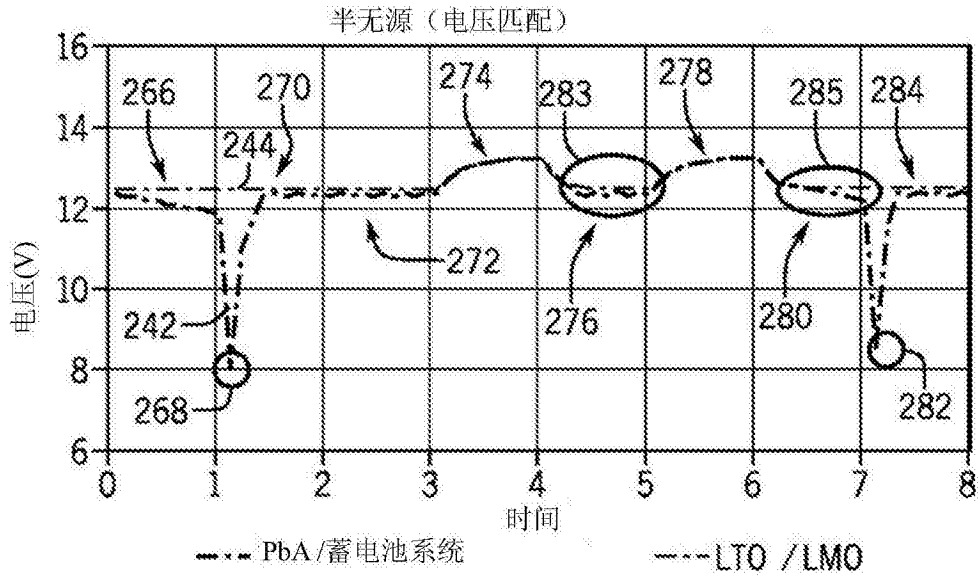


图12D

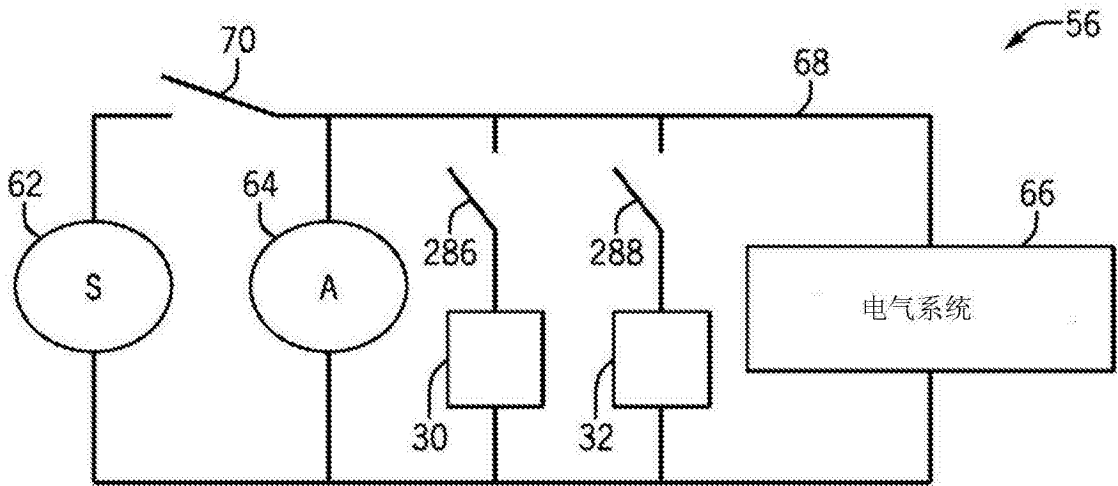


图13

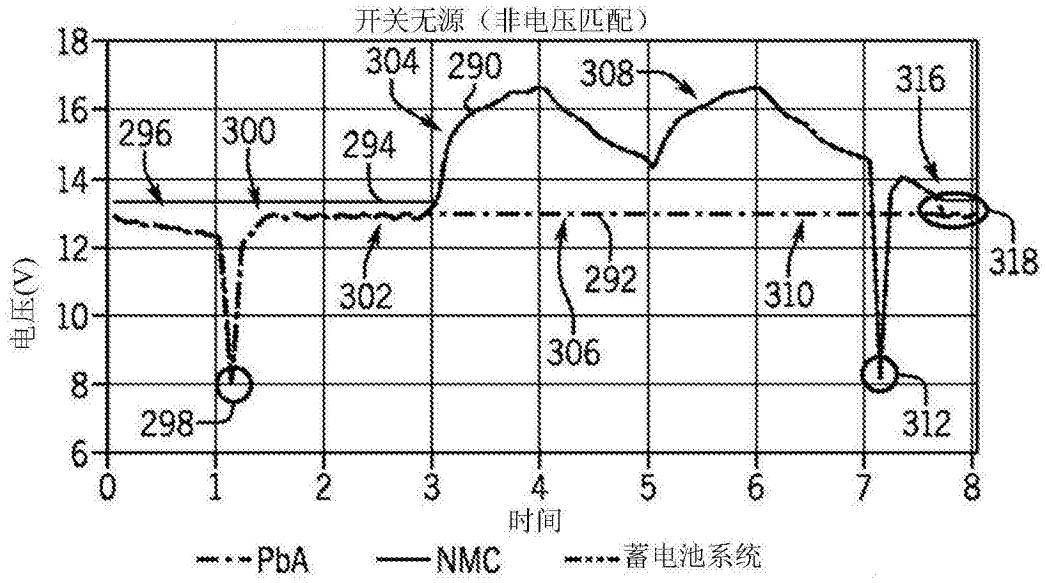


图14A

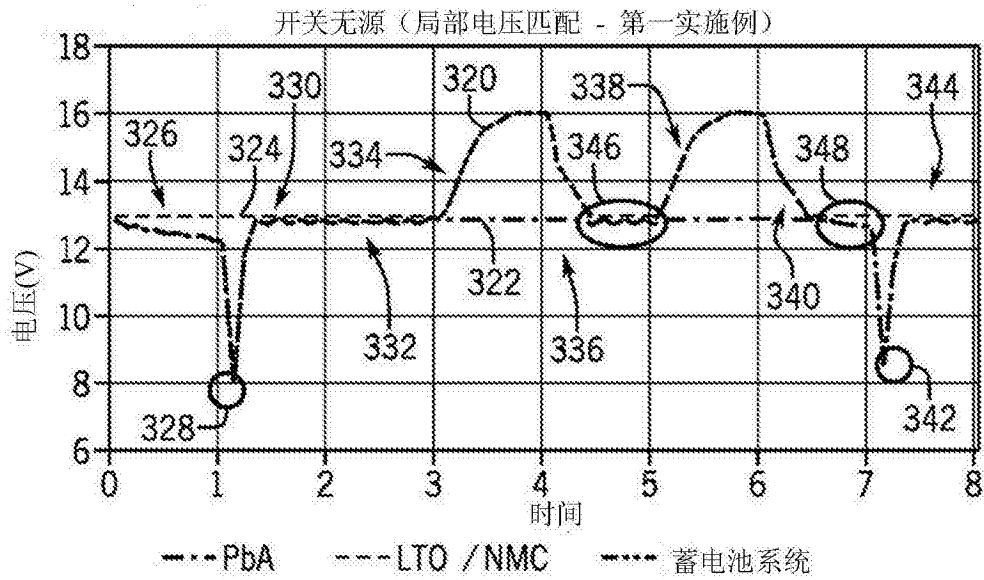


图14B

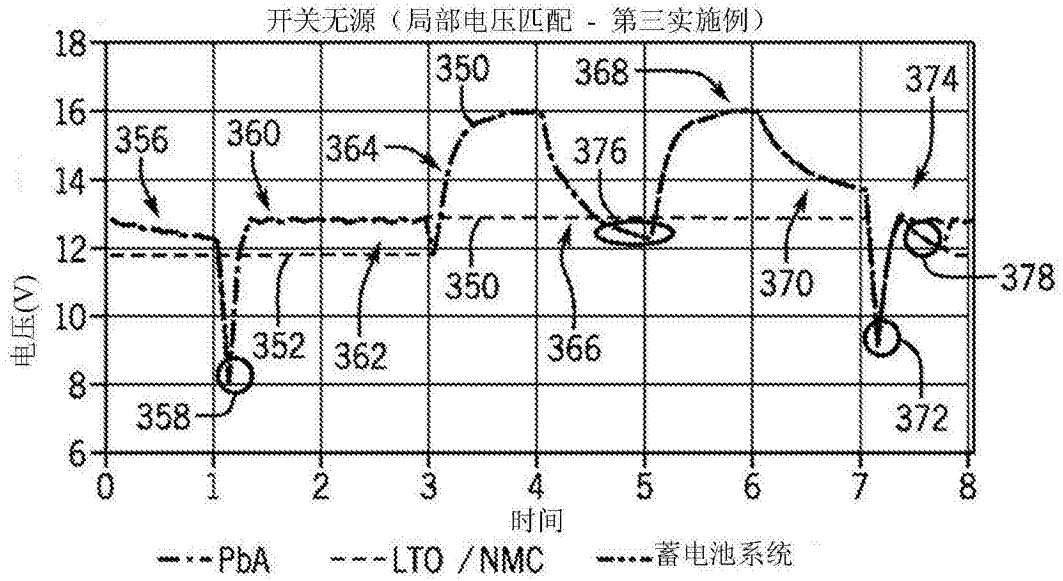


图14C

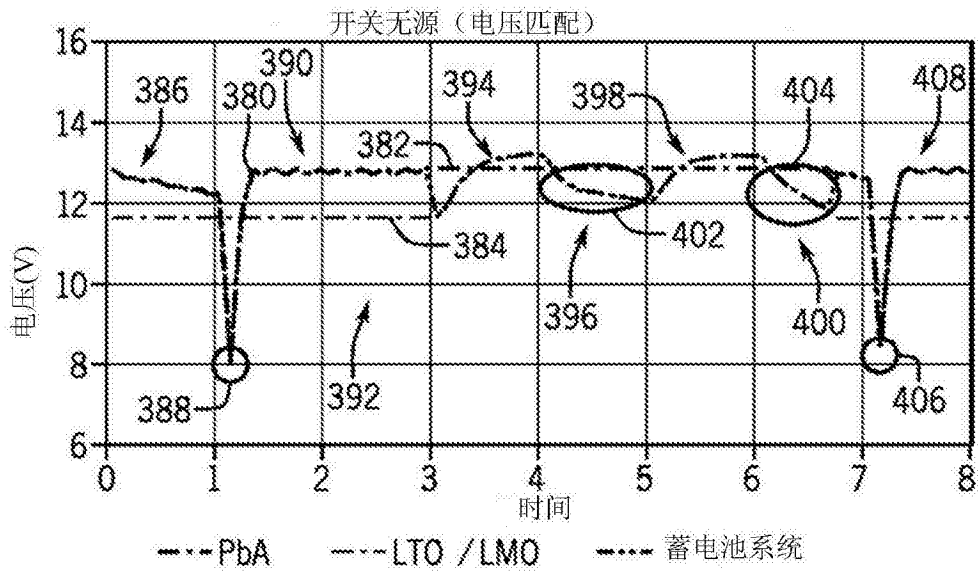


图14D

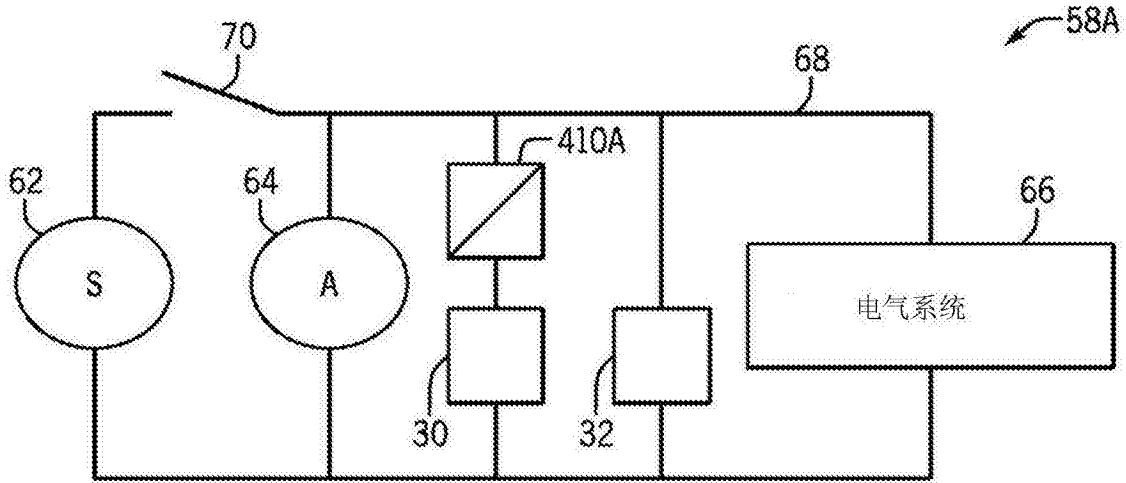


图15A

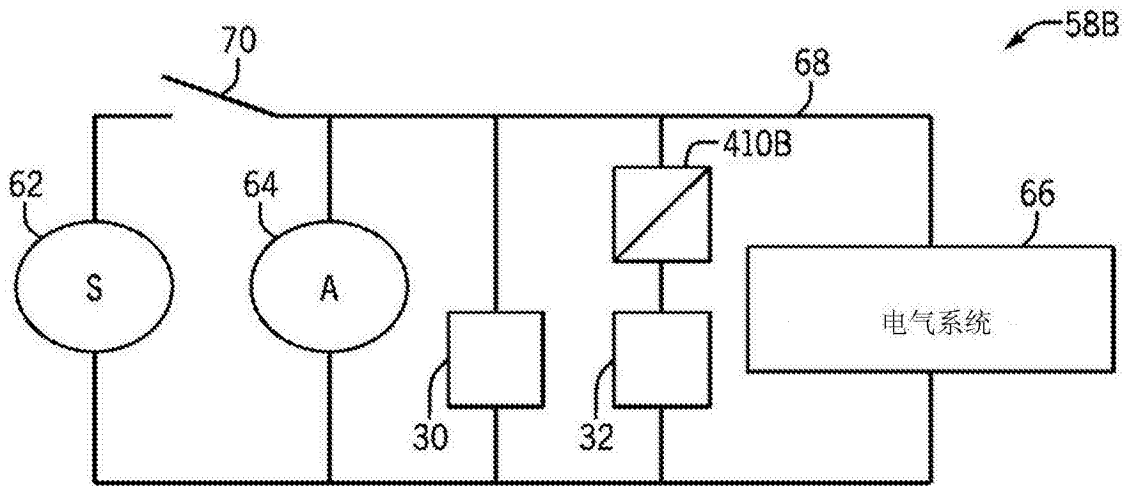


图15B

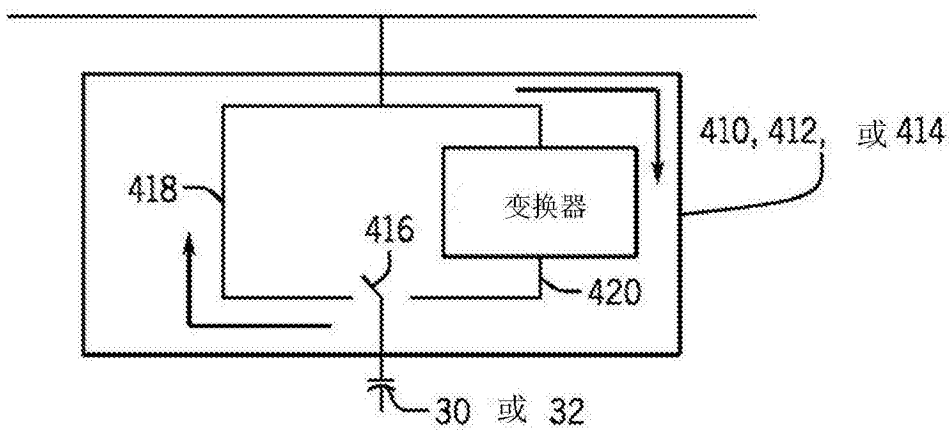


图16

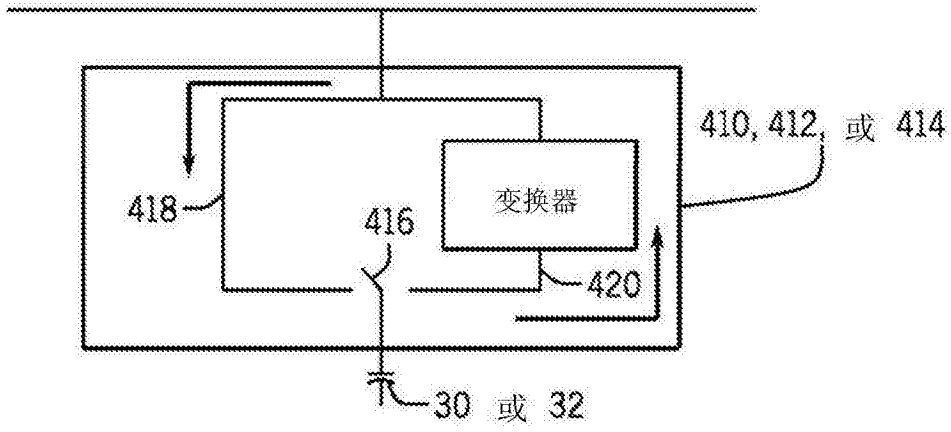


图17

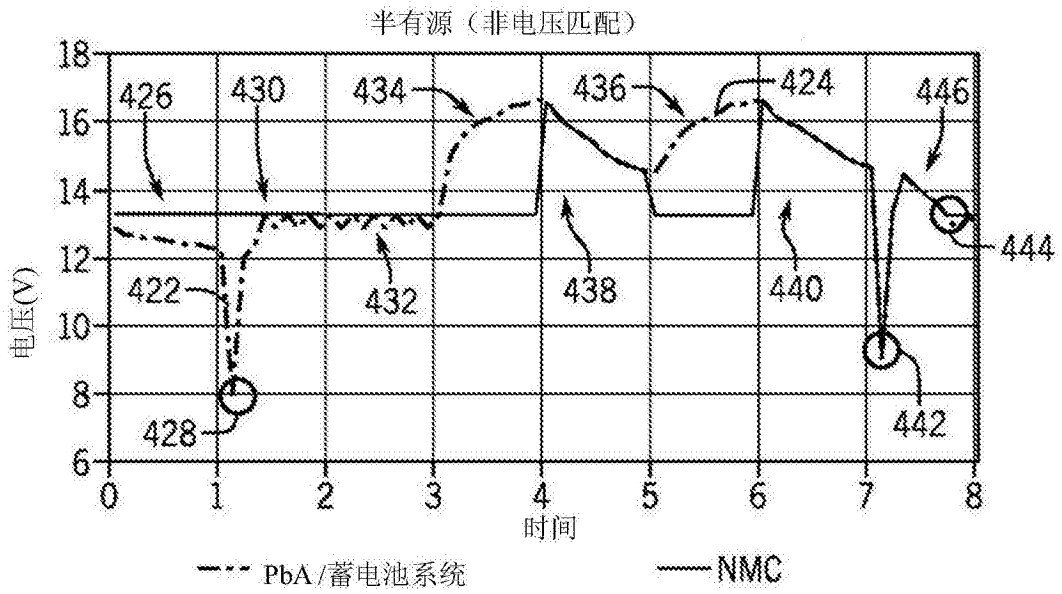


图18A

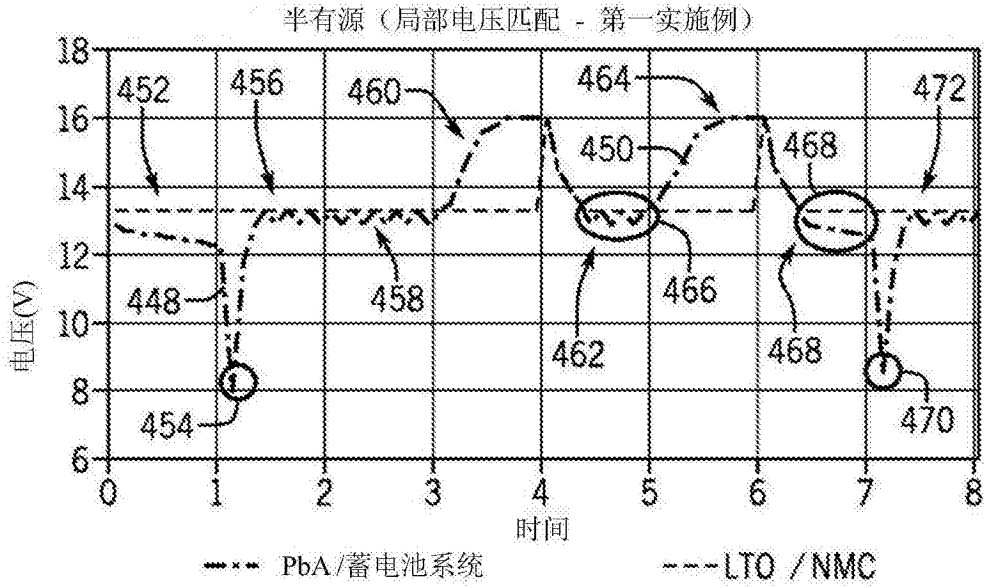


图18B

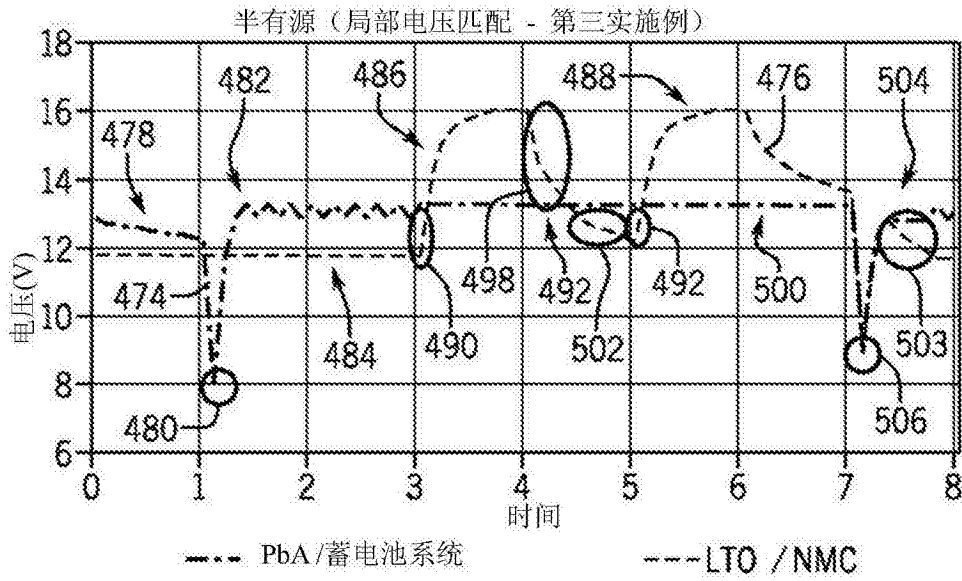


图18C

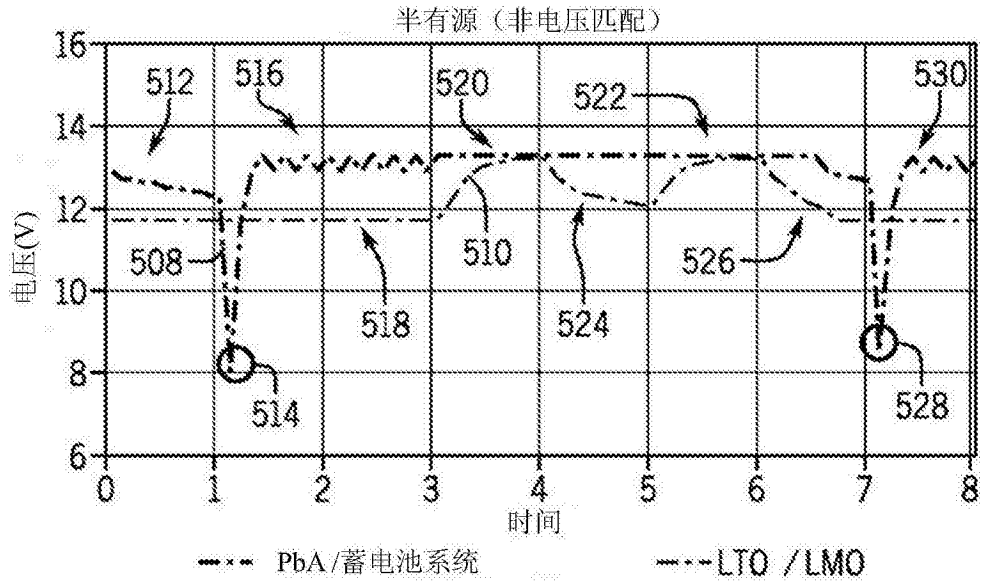


图18D

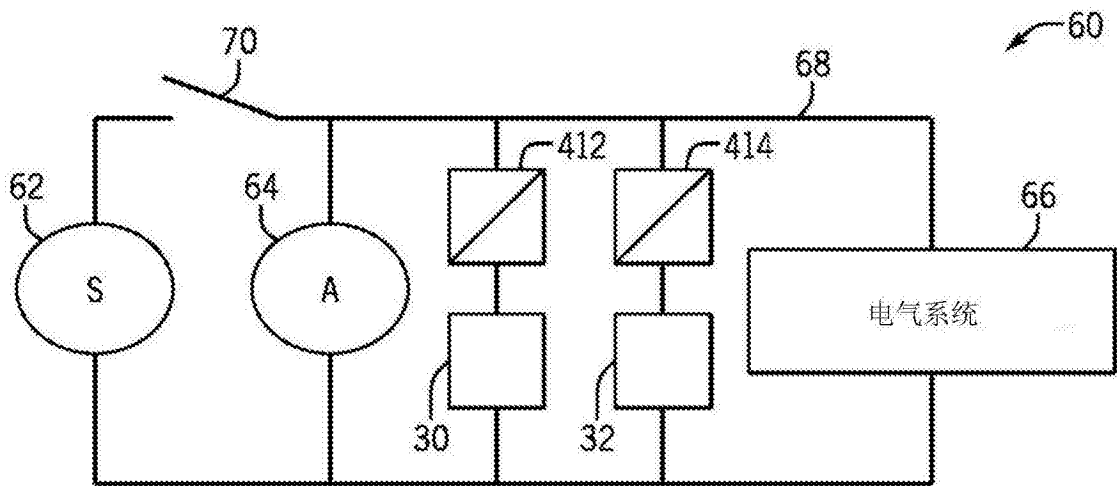


图19

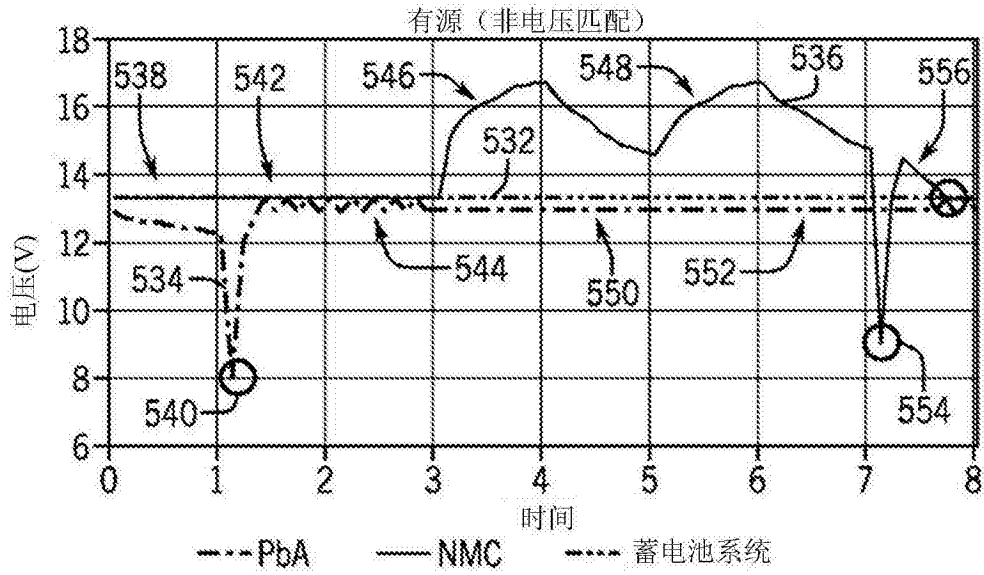


图20A

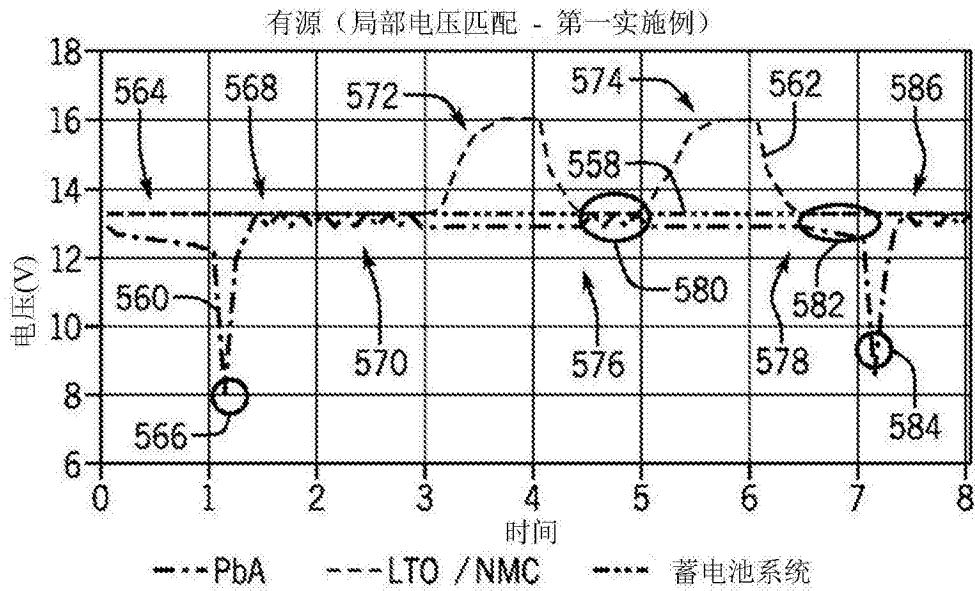


图20B

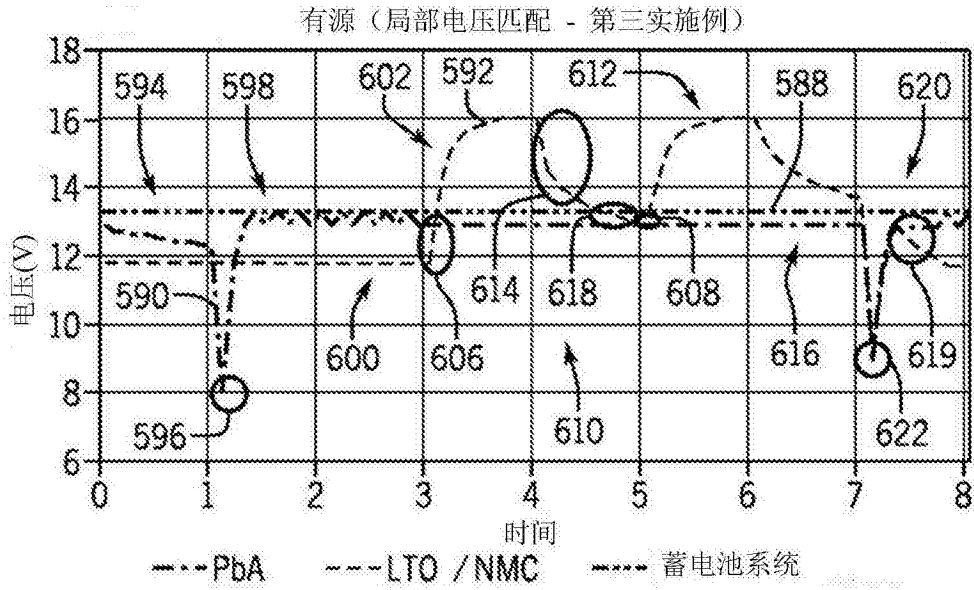


图20C

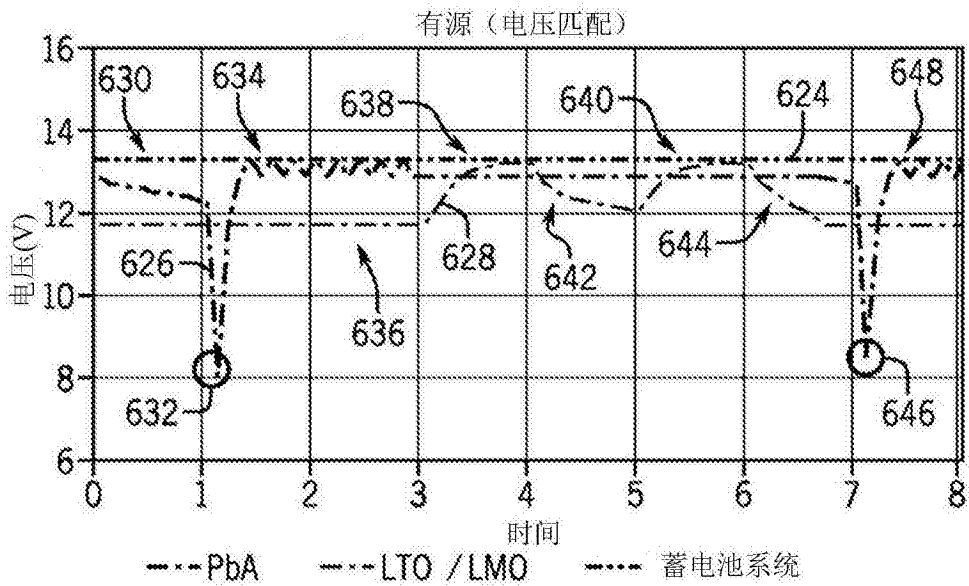


图20D

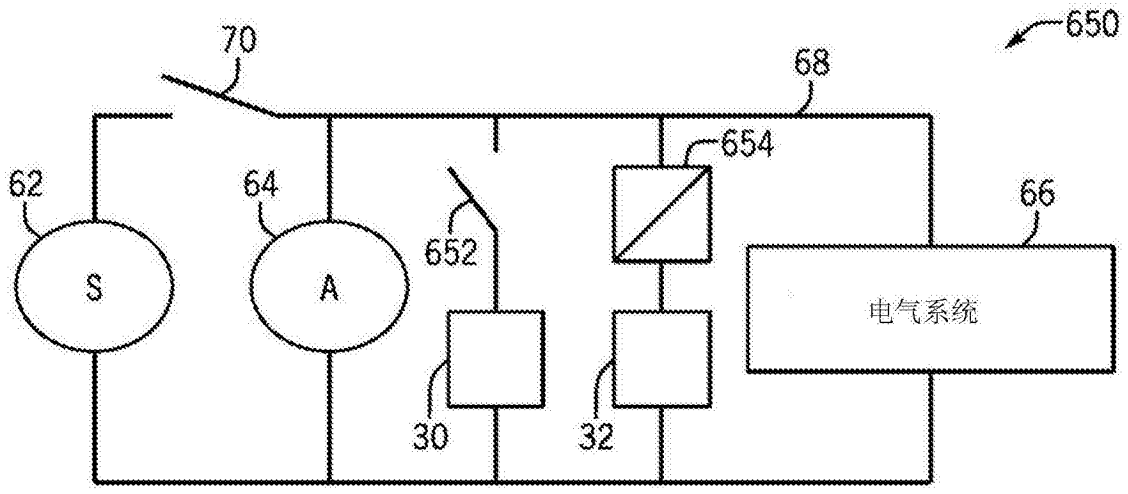


图21