



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118575312 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 30

(21) 申请号 202280076695.4

(22) 申请日 2022.09.15

(30) 优先权数据

63/261,360 2021.09.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2022/118854 2022.09.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/040919 EN 2023.03.23

(71) 申请人 香港理工大学

地址 中国香港九龙

(72) 发明人 郑家伟 李孟蓉 刘树平 牛双霞

(74) 专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司 11713

专利代理师 卓霖 许向彤

(51) Int.Cl.

H01M 8/04089 (2006.01)

H01M 8/0662 (2006.01)

H01M 8/04225 (2006.01)

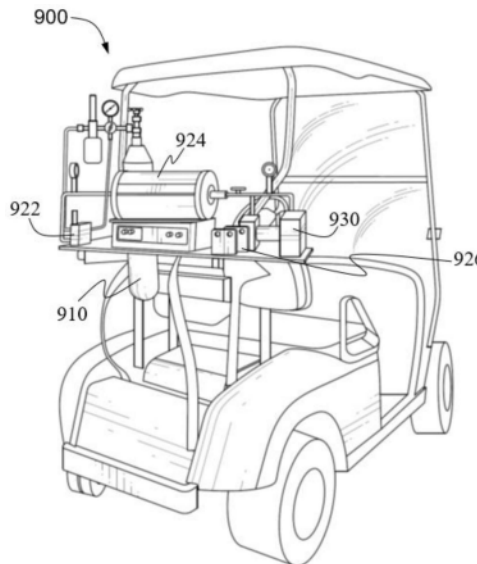
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

能量储存系统和包括能量储存系统的氨动力电动车辆

(57) 摘要

提供一种用于电动车辆的能量储存系统。能量储存系统包括第一能量储存源。第一能量储存源包括配置成保存氨的氨罐、配置成从氨罐接收氨并且将接收到的氨转换为氢气的氨转化器、以及与氨转化器连通并且配置成由从氨转化器接收的氢气产生输出功率的燃料电池系统。



1. 一种用于电动车辆的能量储存系统,所述能量储存系统包括第一能量储存源,所述第一能量储存源包括:

氨罐,所述氨罐配置成保存氨;

氨转化器,所述氨转化器配置成从所述氨罐接收氨并将接收到的氨转化成氢气;以及
燃料电池系统,所述燃料电池系统与所述氨转化器连通并且配置成由从所述氨转化器接收的氢气产生输出功率。

2. 根据权利要求1所述的能量储存系统,其中所述第一能量储存源还包括功率调节系统,所述功率调节系统与所述燃料电池系统通信并调节所述燃料电池系统的输出功率。

3. 根据权利要求2所述的能量储存系统,其中所述氨罐配置成保存液化或气体形式的氨,并且所述氨罐内的压力在1巴至10巴的范围内。

4. 根据权利要求2所述的能量储存系统,其中所述燃料电池系统是质子交换元件 (PEM) 燃料电池系统。

5. 根据权利要求2所述的能量储存系统,其中所述氨转化器包括:

流量控制器,所述流量控制器与所述氨罐连通并配置成控制氨从所述氨罐进入所述氨转化器的流量;

氨裂解器,所述氨裂解器配置成从所述流量控制器接收氨并将所接收的氨裂解成包括氢气和氮气的气体混合物;

气体净化器,所述气体净化器配置成从接收自所述氨裂解器的气体混合物中去除残留的氨;以及

缓冲罐,所述缓冲罐配置成稳定从所述气体净化器接收到的气体混合物。

6. 根据权利要求5所述的能量储存系统,其中所述气体净化器包括用于从所述气体混合物去除氮气的装置。

7. 根据权利要求5所述的能量储存系统,其中所述氨裂解器包括:

加热装置,所述加热装置配置成控制所述氨裂解器内的温度;

管道,所述管道配置成将氨从所述流量控制器引导至所述氨转化器;以及

催化剂,所述催化剂与氨接触并配置成促进氨裂解反应。

8. 根据权利要求2所述的能量储存系统,还包括第二能量储存源,所述第二能量储存源包括电池,所述电池与所述功率调节系统通信,使得所述功率调节系统向所述电池提供功率。

9. 根据权利要求8所述的能量储存系统,还包括第三能量储存源,所述第三能量储存源包括超级电容器,所述超级电容器与所述电池并联连接。

10. 根据权利要求9所述的能量储存系统,还包括功率转换器,所述功率转换器与所述超级电容器串联连接并且配置成在所述超级电容器的电压和所述电池的电压之间进行电压转换。

11. 根据权利要求9所述的能量储存系统,还包括能量管理单元,所述能量管理单元配置成调节与所述第一能量储存源、所述第二能量储存源和所述第三能量储存源中的至少一个相关的一个或多个参数。

12. 一种氨动力电动车辆,包括:

第一能量储存源,所述第一能量储存源包括配置成保存氨的氨罐、配置成将从所述氨

罐接收的氨转化为氢气的氨转化器、配置成由从所述氨转化器接收的氢气产生输出功率的燃料电池系统,以及配置成调节燃料电池系统的输出功率的功率调节系统;

电机控制器,所述电机控制器配置成接收所述燃料电池系统的输出功率并调节所述输出功率以产生调节后的输出功率;以及

电机,所述电机配置成从所述电机控制器接收所述调节后的输出功率,使得所述氨动力电动车辆由所述调节后的输出功率驱动。

13. 根据权利要求12所述的氨动力电动车辆,还包括:

第二能量储存源,所述第二能量储存源包括与所述功率调节系统并联连接的电池;

第三能量储存源,所述第三能量储存源包括超级电容器,所述超级电容器与所述电池并联连接;以及

辅助设备,所述辅助设备与所述第一能量储存源、所述第二能量储存源和所述第三能量储存源通信,使得所述辅助设备由所述第一能量储存源、所述第二能量储存源和所述第三能量储存源中的至少一个提供动力。

14. 根据权利要求13所述的氨动力电动车辆,其中所述辅助设备包括空调和风扇中的至少一种,并且所述电池配置成向所述电机控制器和所述辅助设备提供电力。

15. 根据权利要求13所述的氨动力电动车辆,其中所述辅助设备包括空调和风扇中的至少一种,并且所述超级电容器配置成向所述电机控制器和所述辅助设备提供电力。

16. 根据权利要求13所述的氨动力电动车辆,其中所述第三能量储存源包括功率转换器,所述功率转换器设置在所述超级电容器和所述电机控制器之间并且配置成调节由所述超级电容器提供给所述电机控制器的电力。

17. 一种氨动力电动车辆,包括:

第一能量储存源,所述第一能量储存源包括配置成保存氨的氨罐、配置成将从所述氨罐接收的氨转化成氢气的氨转化器、配置成从接收自所述氨转化器的氢气产生输出功率的质子交换元件 (PEM) 燃料电池系统,以及配置成调节所述PEM燃料电池系统的输出功率的功率调节系统;

电机控制器,所述电机控制器配置成从所述功率调节系统接收输出功率并调节所述输出功率以产生调节后的输出功率;

电机,所述电机配置成从所述电机控制器接收所述调节后的输出功率,使得所述氨动力电动车辆由所述调节后的输出功率驱动;

第二能量储存源,所述第二能量储存源包括电池,所述电池配置成向所述电机控制器提供动力;以及

第三能量储存源,所述第三能量储存源与所述电池并联连接,所述第三能量储存源包括超级电容器和功率转换器,所述功率转换器调节从所述超级电容器输出至所述电机控制器的动力。

18. 根据权利要求17所述的氨动力电动车辆,其中所述第二能量储存源和所述第三能量储存源中的至少一个配置成执行 (a) 或 (b) 或两者:

(a) 经由所述电机控制器吸收所述氨动力电动车辆的制动能量;以及

(b) 吸收由所述第一能量储存源提供的能量。

19. 根据权利要求17所述的氨动力电动车辆,其中所述氨转化器包括:

流量控制器,所述流量控制器配置成从所述氨罐接收氨并控制所述氨的流量;

氨裂解器,所述氨裂解器配置成将从所述氨转化器接收的氨裂解成包括氢气和氮气的气体混合物;

气体净化器,所述气体净化器配置成从接收自所述氨裂解器的气体混合物中去除残留的氨,所述气体净化器包括用于从所述气体混合物中去除氮气的装置;以及

缓冲罐,所述缓冲罐配置成稳定从所述气体净化器接收的气体混合物。

20.根据权利要求17所述的氨动力机动车辆,还包括能量管理单元,所述能量管理单元配置成调节与所述第一能量储存源、所述第二能量储存源和所述第三能量储存源中的至少一个相关的一个或多个参数,其中,所述能量管理单元包括配置成监控电池的运行的电池管理系统和配置成监控所述超级电容器的运行的超级电容器管理系统。

能量储存系统和包括能量储存系统的氨动力电动车辆

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年9月20日提交的题为“Carbon-free hydrogen carrier based ammonia powered electric vehicle (基于无碳氢载体的氨动力电动车辆)”的美国临时专利申请序号63/261,360的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及电动车辆。

背景技术

[0004] 现有的电动车辆(EV)采用多种能量储存系统来供电,例如汽油、锂离子电池。然而,由于充电时间、充电站位置等因素的限制,锂离子电池供电的EV的续航里程受到限制。目前,混合动力电动车辆(HEV)已上市,旨在克服基于锂离子电池的EV的一些缺点。HEV通常配备柴油发动机类型的车载充电器,然而,由于气体排放和噪音,这种方式是不受欢迎的。

[0005] 有助于推进EV中的技术需求和工业应用的用于EV的新能量储存系统设计、方法等是令人期望的。

发明内容

[0006] 根据一个或多个实施例,提供一种用于电动车辆的能量储存系统。能量储存系统包括第一能量储存源。第一能量储存源包括配置成保存氨的氨罐、配置成从氨罐接收氨并且将接收到的氨转换为氢气的氨转化器、以及与氨转化器连通并且配置成由从氨转化器接收的氢气产生输出功率的燃料电池系统。

[0007] 本文讨论了其他示例实施例。

附图说明

[0008] 参考附图通过示例的方式描述了本发明的实施例,附图是示意性的并且不意味着限制。为了清楚起见,并非每个图中的每个元素都被标记。附图不一定是按比例绘制的。

[0009] 图1示出了根据本发明的某些实施例的能量储存系统。

[0010] 图2示出了根据本发明的某些实施例的能量储存系统。

[0011] 图3示出了根据本发明的某些实施例的氨转化器。

[0012] 图4示出了根据本发明的某些实施例的氨裂解器。

[0013] 图5示出了根据本发明的某些实施例的能量储存系统。

[0014] 图6示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆。

[0015] 图7示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆。

[0016] 图8A示出了根据本发明的某些实施例的使用75% H_2 的燃料电池测试结果。

[0017] 图8B示出了根据本发明的某些实施例的利用被称为13X沸石的催化剂纯化的在700°C下、>99%转化率的裂解 NH_3 气体混合物的燃料电池测试结果。

[0018] 图9示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆。

[0019] 图10示出了根据本发明的某些实施例的能量管理系统。

[0020] 图11示出了根据本发明的某些实施例的向电动车辆提供动力的方法。

具体实施方式

[0021] 示例实施例涉及具有改进性能的能量储存系统和包括该能量储存系统的氨动力电动车辆。

[0022] 在许多情况下,锂离子电池或氢燃料电池可以用在电动车辆中。锂离子电池的比能量约为140-200Wh/kg,而液氢的能量密度要大得多,可达39kWh/kg左右。也就是说,在相同重量的情况下,氢燃料电池比锂离子电池可以延长更长的行驶距离。

[0023] 然而,如本发明人所认识到的,氢燃料电池具有各种问题,例如在储存、分配、运输、操作等方面。例如,在人口稠密地区安装加氢站以及向车辆的氢输送的安全处置可能不容易部署。另一个例子是,氢气即使与普通空气混合少量,也是易燃的。因此,时至今日,氢燃料电池车辆在很多地方仍然没有普及。消防部门和交通部门可能对车辆中的氢气罐存在严重担忧。由于氢气具有危险性,因此避免在隧道、桥梁或城市的许多其他敏感地点使用此类车辆。因此,氢燃料电池车辆在许多城市的应用受到极大限制。

[0024] 示例实施例解决了与现有系统或方法相关的一个或多个技术问题,并提供了非常规的、令人满意的并且有利于向电动车辆储存或供应动力的技术方案。

[0025] 示例性实施例使用氨作为能源来产生用于电动车辆的动力。根据一个或多个实施例,氨首先裂解成氢气(H_2)和氮气(N_2)。然后氢气通过一个或多个燃料电池转化为水或蒸气。由此产生电能或电力并为电动车辆提供主动力。

[0026] 本文描述的一个或多个这样的实施例提供了各种技术优点。例如,氨是无碳的,因此不会产生二氧化碳排放。即发电过程是清洁的,不会造成环境污染。作为另一个示例,不会有大量的氢气储存,因为所有的氢气都被立即或在短时间内消耗掉。因此,减轻甚至避免了如上所述的由氢气引起的危险或安全问题。

[0027] 根据一个或多个实施例,作为一种非爆炸性零排放燃料,在约为700巴下,氨产生高体积能量密度(11.5MJ/L),高于液氢的8.5MJ/L和压缩氢的4.5MJ/L。此外,氨拥有完善的生产、运输和储存基础设施,这使其有望为加速“氢社会”的发展提供更实用的下一代电力解决方案。根据一个或多个实施例,使用氨(例如液氨)作为分解成 H_2/N_2 的燃料维持汽车和固定应用的燃料电池功率,而无需直接处置氢。

[0028] 此外,增程器可以是辅助车载发电机。传统上,EV增程器由柴油或汽油发动机供能。发动机用于驱动车辆和发电机。然后发电机给电动车辆的车载电池充电。此类增程器仍然会导致排放污染和噪音。而且,此类混合能量转换系统的系统效率较低。

[0029] 根据一个或多个实施例,基于氨的能量储存源充当由燃料电池供能的高效EV增程器。燃料电池可以直接给车载电池充电。与传统发动机增程器相比,基于氨的燃料电池增程器不会造成排放污染或噪音。根据一个或多个实施例,包括用作增程器的基于氨的能量储存源的混合能量转换系统具有比传统混合能量系统高得多的系统效率。因此,根据本文所述的一个或多个实施例的基于氨的增程器具有改进的性能,例如改进的效率、延长的驱动距离、零排放和无噪音污染。

[0030] 图1示出了根据本发明某些实施例的能量储存系统100。能量储存系统100可以与电动车辆一起使用或用于电动车辆。能量储存系统100可以被设置为电动车辆的一部分或者与电动车辆分离且独立地设置。例如,能量储存系统100可以用于直接为电动车辆提供动力。另外地或替代地,能量储存系统100可以用作增程器来对电动车辆的车载电池充电。

[0031] 如图所示,能量储存系统100包括氨罐110、氨转化器120和燃料电池系统130。氨罐110、氨转化器120和燃料电池系统130可以包括在第一能量储存源中,第一能量储存源是能量储存系统100的一部分,或者可以被认为构成第一能量储存源或者构成第一能量储存源的主要部分。

[0032] 如图所示,氨罐110、氨转化器120和燃料电池系统130串联或级联连接,其中箭头表示物料的流动方向。

[0033] 氨罐110保存氨。氨罐110可以是由适当材料制成的适合容纳氨的容器。举例来说,所保存的氨是液化或气体形式。氨罐110内的压力为1巴至10巴,例如1巴、3巴、5巴、7巴、9巴、10巴等。

[0034] 氨转化器120与氨罐110连通,使得氨能够从氨罐110输送至氨转化器120,在氨转化器120中氨被转化为氢气。例如,在氨转化器120内的适当条件下,氨可被裂解以产生包含氢气、氮气以及还有少量残余氨的混合物。

[0035] 燃料电池系统130与氨转化器120连通并从氨转化器120接收氢气。接收的氢气被处理以产生输出功率或电功率,输出功率或电功率例如可用于为电动车辆提供动力。举例来说,燃料电池系统130是质子交换元件(PEM)燃料电池系统,尽管其他类型的燃料电池系统也是可能的。举例来说,燃料电池系统130可包括单个大型燃料电池或多个串联和/或并联连接的较小功率燃料电池模块。

[0036] 图2示出了根据本发明的某些实施例的能量储存系统200。

[0037] 如图所示,能量储存系统200包括氨罐210、氨转化器220和燃料电池系统230,作为示例,它们可以分别是氨罐110、氨转化器120和燃料电池系统130的具体实施方式。

[0038] 此外,能量储存系统200包括功率调节系统240。功率调节系统240与燃料电池系统230通信并调节燃料电池系统230的输出功率。举例来说,功率调节系统240包括单向DC/DC转换器,其改变燃料电池系统230的输出电压,从而改变输出功率以供电动车辆(例如由电动车辆的电机控制器)或其他电子设备(例如电池、超级电容器等)使用。

[0039] 举例来说,氨罐210、氨转化器220、燃料电池系统230和功率调节系统240可包括在作为能量储存系统200的一部分的第一能量储存源中,或者可以认为构成第一能量储存源或者构成第一能量储存源的重要部分。

[0040] 图3示出了根据本发明某些实施例的氨转化器320。氨转化器320可以是参考图1的氨转化器120或参照图2的氨转化器220的具体实施方式。

[0041] 如图所示,氨转化器320包括流量控制器322、氨裂解器324、气体净化器326和缓冲罐328。流量控制器322调节流入氨转化器320的氨量。举例来说,流量控制器322包括可以手动操作或自动调整使得可以调整氨流量(例如速度、量)的一个或多个阀。

[0042] 经过流量控制器322的氨进入氨裂解器324,在氨裂解器324中氨被处理或裂解以产生气体混合物。气体混合物包括氢气、氮气和通常少量的残余氨。

[0043] 氨裂解器324可以以适当的方式配置。图4中示出了一个示例,其中氨裂解器424可

以是氨裂解器324的具体实施方式。举例来说,氨裂解器424配置成高温炉。管道424a设置成使得氨气能够流通。加热装置424b将管道424a中的氨加热到一定温度,使得氨分解或裂解成氢气和氮气。举例来说,加热装置424b可以由加热丝或由电压驱动的其他合适的电热发生器产生。可选地,为了加速裂解过程,可以将某些催化剂设置在适当的位置,例如在管道424a的内壁上,只要它们可与氨物理接触。可以使用多种催化剂,例如13X沸石,只要它们能够促进氨的化学反应即可。

[0044] 如本领域技术人员在阅读本公开内容后将理解的,氨裂解器424内的操作温度取决于多个因素,例如所使用的催化剂。加热时间取决于多个因素,例如氨裂解器424的具体设计、催化剂床的尺寸和氨质量流量等。在一些实施例中,温度范围为500°C至1100°C,例如500°C至700°C、600°C至1000°C、800°C至1100°C等。

[0045] 再次参照图3,将氨裂解器324中产生的气体混合物输送到气体净化器326中,在气体净化器326中从气体混合物中去除残留的氨。举例来说,在气体净化器326内,可以设置合适的材料(例如,沸石)来吸收残留的氨,或者与残留的氨进行化学反应,使得残留的氨转化成其他材料,例如固体或液体材料,从而从气体混合物中分离。

[0046] 气体净化后,剩余的包括氢气和氮气的气体混合物进入缓冲罐328并被稳定。举例来说,缓冲罐328可以配置成容器,其中设置有合适的化学材料(例如316不锈钢),具有合适的体积,以在裂解气流量突然变化时保持气体压力稳定。

[0047] 在一些实施例中,气体净化器326包括用于从气体混合物中去除氮气的装置。例如,气体净化器326可包括:摆动吸收单元326a,其根据氮气分子特性和对某些吸附剂材料的亲和力在压力下从气体混合物中分离氮气,或钯基膜模块326b,其催化氢分子解离为氢原子,通过膜扩散,从气体混合物中分离出氢气。在此类实施例中,来自气体净化器326的产物将至多包括少量残余氮气。然而,应当理解,摆动吸收单元326a或钯基膜模块326b是可选的并且在一些实施例中不被使用。

[0048] 图5示出了根据本发明的某些实施例的能量储存系统500。能量储存系统500可以与电动车辆一起使用。能量储存系统500例如可以是如上所述的能量储存系统100或能量储存系统200的具体实施方式。

[0049] 如图所示,能量储存系统500包括第一能量储存源501、第二能量储存源550和第三能量储存源560。第一能量储存源501是基于氨的,并且例如可以是如上面参考一个或多个附图所描述的第一能量储存源。第一能量储存源501从氨源产生氢气,然后通过使用燃料电池将氢气转化为电动车辆或其他电子设备使用的电力。

[0050] 第二能量储存源550包括电池552。电池552储存或释放电能。电池552可以是电动车辆的车载电池,并向电动车辆供应动力。举例来说,第二能量储存源550与第一能量储存源501通信,以便例如通过第一能量储存源501的功率调节系统从第一能量储存源501接收动力。

[0051] 电池552可以采用多种形式。举例来说,电池552可以是电化学电池。电池552可以是锂离子基电池、锂基电池、镍镉电池、镍金属氢化物电池、铅酸电池等或它们的组合。举例来说,电池552可以包括多个串联或并联连接的单元以满足特定能量储存要求。电池552可以是单个电池组,也可以根据实际需要包括两个或更多个串联或并联连接的电池组。

[0052] 在一些实施例中,可选地,第二能量储存源550包括电池管理系统554。电池管理系

统554监视电池552的操作。例如,电池管理系统554收集各种电池参数,例如电压、电流、充电状态(SOC)、温度等,用于促进电池552的操作。

[0053] 第三能量储存源560可以以合适的方式与第二能量储存源550连接。如图所示,第三能量储存源560与第二能量储存源550并联连接。第三能量储存源560包括超级电容器562。超级电容器562储存或释放电能。超级电容器562可以是单个超级电容器。在一些实施例中,超级电容器562包括根据实际需要串联或并联连接的两个或更多个超级电容器。在一些实施例中,超级电容器562与电池552直接并联连接。

[0054] 可选地,第三能量储存源560包括功率转换器564。举例来说,功率转换器564与超级电容器562串联连接。功率转换器564例如可以设置在超级电容器562与电池552之间,使得超级电容器562通过功率转换器564间接地与电池552并联连接。功率转换器564在超级电容器562的电压和电池552的电压之间进行电压转换。例如,功率转换器564将超级电容电压转换为电池电压,或者将电池电压转换为超级电容电压。以这种方式,功率转换器564充当双向功率流控制。例如,功率转换器564的低压侧可以连接到超级电容器562,并且功率转换器564的高压侧可以并联连接到电池552。

[0055] 可选地,在一些实施例中,第三能量储存源560包括超级电容器管理系统566。超级电容器管理系统566监视超级电容器562的操作。例如,超级电容器管理系统566收集各种超级电容器参数,例如电压、电流、能量状态、温度等,以促进超级电容器562的操作。

[0056] 可选地,在一些实施例中,能量储存系统500包括能量管理单元570,能量管理单元570与第一能量储存源501、第二能量储存源550和第三能量储存源560通信,使得与三个能量储存源中的一个或多个相关的一个或多个参数法规被调节。例如,能量管理单元570监测或调节诸如气体流量参数(例如,气体成分、流速等)、电气参数和环境参数等参数,以使电动车辆能够在改进或优化的条件下运行。例如,能量储存系统500收集关于测量的流量、氨裂解器的温度、电机控制器的输入电压和输入电流、电池电压、电池电流、电池的充电状态、超级电容器电压、超级电容器电流、超级电容器的能量状态、功率调节系统的电压和电流、功率转换器的电压和电流的信息。能量储存系统500可以控制功率调节系统的高压侧的功率以及功率转换器的功率。

[0057] 能量管理单元570可以被实现为包括电气硬件和软件的组合的电路。能量管理策略可以嵌入能量管理单元570中以实现改进的或最佳的氨和氢燃料经济性。此外,在一些实施例中,能量管理单元570的至少一部分是可编程的,使得软件可以被编程并写入能量管理单元570中。在一些其他实施例中,能量管理单元570被实现为人工智能机器,可以被训练、学习、感知环境,并采取行动来智能地优化系统的管理。

[0058] 如图5所示,电池管理系统554、超级电容器管理系统566和能量管理单元570被实现为单独的单元。此配置是可选的。在一些实施例中,电池管理系统554或超级电容器管理系统566或两者可以被实现为能量管理单元570的一部分。

[0059] 此外,三个能量储存源501、550和560构成混合能量转换系统。这是有益的。例如,当与电动车辆一起使用时,电池552或超级电容器562能够吸收制动能量。电池552和超级电容器562还提高了电动车辆的动态性能。

[0060] 图6示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆600。电动车辆600是使用一个或多个电机进行推进的车辆。电动车辆600例如可以是电动汽车、电动高尔夫球车等。

电动车辆600由氨提供动力,并且与现有技术的电动车辆系统相比具有多种优点,例如提高的安全性和增程器、降低的噪音和排放等。

[0061] 如图所示,电动车辆600包括级联连接的第一能量储存源601、电机控制器603和电机605。第一能量储存源601可以是上面结合一个或多个附图描述的第一能量储存源的具体实施方式。第一能量储存源601使用氨源来产生氢气,随后通过一个或多个燃料电池将氢气转化为电力。

[0062] 第一能量储存源601将电力输出至电机控制器603。电机控制器603调节输出功率以产生调节后的输出功率并将调节后的输出功率传送至电机605。例如,电机控制器603将电压转换成适合电机605消耗的电力电压。电机控制器603确定馈送到电机605的电流并控制电机速度。电机控制器603可以包括电机驱动器或功率逆变器,电机驱动器或功率逆变器包括诸如金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)或绝缘栅双极晶体管(IGBT)之类的功率器件,以生成电信号。信号可以是脉宽调制的。

[0063] 图7示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆。氨动力电动车辆例如可以是参照图6的电动车辆600的具体实施方式。

[0064] 如图所示,电动车辆包括第一能量储存源701、第二能量储存源750、第三能量储存源760、电机控制器703、电机705、减速齿轮707、车轮709、辅助设备770。

[0065] 第一能量储存源701例如可以是如上面参考一个或多个附图描述的第一能量储存源的具体实施方式。第一能量储存源701包括级联连接的氨罐710、氨转化器720、燃料电池系统730和功率调节系统740。

[0066] 第二能量储存源750例如可以是如上面参考一个或多个附图描述的第二能量储存源的具体实施方式。第二能量储存源750包括电池752。第三能量储存源760例如可以是如上面参照一个或多个附图描述的第三能量储存源的具体实施方式。第三能量储存源760包括超级电容器762和与超级电容器762并联连接的功率转换器764。

[0067] 第一能量储存源701、第二能量储存源750和第三能量储存源760彼此并联连接,并且每个能量储存源的输出连接到电机控制器703,电机控制器703向电机705输送动力。电机705将电能转换为机械能,或者将机械能转换为电能。电机705经由减速齿轮707或通过其他类型的机械传动装置或子系统来驱动电动车辆的车轮709。

[0068] 辅助设备770与第一能量储存源701、第二能量储存源750和第三能量储存源760通信,使得辅助设备770由三个能量储存源中的至少一个供电。辅助设备770可以包括一种或多种电气设备,例如一台或多台空调、一台或多台风扇等。

[0069] 举例来说,通过功率调节系统740,燃料电池系统730向电机控制器703和辅助设备770提供可控电力。在一些实施例中,电池752直接向电机控制器703和辅助设备770提供电力。在一些实施例中,经由功率转换器764,超级电容器762向电机控制器703和辅助设备770提供可控电力。在一些实施例中,经由功率调节系统740,燃料电池系统730向电池752或超级电容器762提供可控电力。

[0070] 举例来说,电机控制器703将电动车辆的制动能量转换成电能或者将电能反馈给电池752,或者通过功率转换器764反馈给超级电容器762,或者两者。电机控制器703可以根据实际需要调整制动能量。在一些实施例中,电池752通过电机703和电机控制器705直接吸收制动能量。在一些实施例中,超级电容器762通过功率转换器764、电机703和电机控制器

705吸收制动能量。在一些实施例中,第二能量储存源750或第三能量储存源760或两者吸收由第一能量储存源701提供的能量。

[0071] 在一些实施例中,通过控制燃料电池系统730和超级电容器762的输出功率,可以间接调节电池752的输出功率。

[0072] 在一些实施例中,举例来说,电动车辆的机械轴功率可以表示为

$$[0073] \quad P_{sh} = v \left(m \frac{dv}{dt} + \frac{1}{2} D_a A C_d v^2 + C_r m g + m g \sin \theta \right) \quad (1)$$

[0074] 其中,m表示电动车辆的质量,v表示车速,t表示时间, D_a 表示空气密度,A表示电动车辆的前部面积, C_d 表示风阻系数, C_r 表示滚动阻力系数,g是重力加速度, θ 是斜坡角度。

[0075] 电机的输入功率等于电机控制器的输出功率,可表示为

$$[0076] \quad P_m = \frac{P_{sh}}{\eta_{gk} \eta_{mk}} \quad (2)$$

$$[0077] \quad \eta_{gk} = \begin{cases} \eta_g & (\text{行驶中}) \\ \frac{1}{\eta_g} & (\text{制动中}) \end{cases} \quad (3)$$

$$[0078] \quad \eta_{mk} = \begin{cases} \eta_m & (\text{行驶中}) \\ \frac{1}{\eta_m} & (\text{制动中}) \end{cases} \quad (4)$$

[0079] 其中, η_g 表示减速齿轮的效率, η_m 表示电机的效率。因此,电机控制器的输入功率计算如下

$$[0080] \quad P_{mc} = \frac{P_m}{\eta_{mck}} \quad (5)$$

$$[0081] \quad \eta_{mck} = \begin{cases} \eta_{mc} & (\text{行驶中}) \\ \frac{1}{\eta_{mc}} & (\text{制动中}) \end{cases} \quad (6)$$

[0082] 其中, η_{mc} 表示电机控制器的效率。功率调节系统的输出功率、电池的输出功率、超级电容功率转换器的输出功率、电机控制器的输入功率、辅助设备的输入功率之间存在平衡关系,可以给出为

$$[0083] \quad P_{pcs} + P_b + P_{scpc} - P_{mc} - P_{ad} = 0 \quad (7)$$

[0084] 进一步地,燃料电池系统(如PEM燃料电池系统)的输出功率等于功率调节系统的输入功率,可表示为

$$[0085] \quad P_{fc} = \frac{P_{pcs}}{\eta_{pcs}}, \quad (8)$$

[0086] 其中, η_{pcs} 表示功率调节系统的效率。燃料电池系统的输出功率也可表示为

$$[0087] \quad P_{fc} = i_{fc} u_{fc}, \quad (9)$$

[0088] 其中, i_{fc} 是燃料电池系统的输出电流, u_{fc} 是燃料电池系统的输出电压。为了提供(8)-(9)所示的燃料电池系统的输出功率,需要燃料电池系统的氢消耗量,表示为

$$[0089] \quad m_{H_2} = \int_0^{T_{fc}} \frac{N M_{H_2}}{2F} i_{fc} dt, \quad (10)$$

[0090] 其中, t_{fc} 表示运行时间, n 是燃料电池系统中的单元数量, M_{H_2} 是氢气的摩尔质量, f 是法拉第常数。上述氢消耗量来自于氨转化器。因此, 氨罐提供的氨消耗量可以给出为

$$[0091] \quad m_{NH_3} = \int_0^{T_{fc}} k_{con} \frac{17NM_{H_2}}{6F} i_{fc} dt \quad (11)$$

[0092] 其中, k_{con} 为氨转化器的换算系数, 大于1。由上式(1) ~ (11)可知, 如果将指定量的氨输入到氨转化器中, 则指定轴功率施加到车轮来驱动电动车辆以指定速度移动。

[0093] 假设电池的额定能量为 W_{br} , 用于驱动电动车辆获得额定续驶里程 R_{tr} , 续驶里程为 R_e , 则电动车辆的总续驶里程给出为

$$[0094] \quad R_{tt} = R_{tr} + R_e \quad (12)$$

[0095] 续驶里程所需的能量估计为

$$[0096] \quad W_{re} = W_{br} \frac{R_e}{R_{tr}} \quad (13)$$

[0097] 燃料电池组提供的能量估计为

$$[0098] \quad W_{fcp} = \frac{W_{re}}{\eta_{pcs}} \quad (14)$$

[0099] 其中, η_{pcs} 是燃料电池系统的功率调节系统的效率。假设燃料电池模块的额定容量为 C_{fcm} , 燃料电池模块的额定电压为 V_{fcm} , 则燃料电池模块的额定能量计算为

$$[0100] \quad W_{fcm} = C_{fcm} V_{fcm} \quad (15)$$

[0101] 因此, 燃料电池模块的数量估计为

$$[0102] \quad N_{fcm} = \frac{W_{fcp}}{W_{fcm}} \quad (16)$$

[0103] 可以看出, 燃料电池组由 N_{fcm} 个燃料电池模块组成。因此, 可以通过上述功率方程计算或估计氨消耗量。

[0104] 图8A示出了根据本发明的某些实施例的利用75% H_2 的燃料电池测试结果。图8B示出了根据本发明的某些实施例的利用被称为13X沸石的催化剂纯化的在700°C、>99%转化率下的裂解 NH_3 气体混合物的燃料电池测试结果。横轴表示负载电流, 即PEM燃料电池系统的输出电流。曲线810和820表示堆叠电压, 其是PEM燃料电池系统的输出电压。曲线812和822代表输出功率, 其是PEM燃料电池系统的输出功率。

[0105] 如所证明的, 输入75%氢气和25%氮气的PEM燃料电池的电性能与输入混合气体的PEM燃料电池的电性能大致相同。由此表明, 氨转化器输出的混合气体大约由75%的氢气和25%的氮气组成。也就是说, 燃料电池测试结果证实, 根据某些实施例, 对于合成75% H_2 / 25% N_2 和裂解气体混合物(由约75%氢气和25%氮气组成), 燃料电池在流通操作模式下可以实现可比较的性能和功率输出。

[0106] 图9示出了根据本发明的某些实施例的氨动力电动车辆900。电动车辆900例如可以是上面参照一个或多个附图描述的电动车辆的具体实施方式。如图所示的电动车辆900是轻型车辆或称为电动高尔夫球车。

[0107] 电动车辆900由氨提供动力。可以看出, 电动车辆900设置有氨罐910、流量控制器922、氨裂解器924、气体净化器926和PEM燃料电池930。未在图9中指出其他部件, 例如电池、超级电容器等。

[0108] 图10示出了根据本发明的某些实施例的能量管理系统。能量管理系统可以与电动车辆一起使用或者用作为电动车辆的一部分。能量管理系统可以被广泛地理解为包括一个或多个能量储存资源和/或其他电气部件,如上面参考一个或多个附图所描述的。在一些实施例中,能量管理系统可以被实现为包括促进信号流或数据交换的各种电路的分布式系统。

[0109] 能源管理系统采集各种参数(例如与电气部件相关的参数,或者环境参数),监测状况(例如是否发生过流或过温),并促进电动车辆的部分或全部的运行。

[0110] 如图所示,图10示出了氨罐1010、氨转化器1020、PEM燃料电池系统1030、功率调节系统1040、电池1052、电池管理系统1054、超级电容器1062、功率转换器1064、超级电容器管理系统1066、电机控制器1003、电机1005和能量管理单元1070。

[0111] 氨动力型PEM燃料电池系统1030与诸如电池1052和/或超级电容器1062之类的其他能量储存设备的混合可以改进动力和功率密度。因为通过电池1052和/或超级电容器1062提供负载的一部分,这种混合使得氨动力型PEM燃料电池系统1030能够被优化以实现改善的燃料经济性(例如低燃料消耗、高电池效率和高超级电容器效率等)和性能。能量管理单元1070可以协调各种能量储存资源,例如在这些能量源之间分配负载功率,从而提高燃料经济性,同时确保每个能量源在其限制内运行。

[0112] 例如,通过电池管理系统1054获取电池电压、电流、充电状态和故障信息,通过超级电容器管理系统1066获取超级电容器电压、电流、能量状态和故障信息,获取电机控制器1003的输入电压、电流、氨流速、氨裂解器温度,能量管理单元1070执行预定的能量管理策略,控制氨流速、裂解器温度、功率调节系统1040和功率转换器1020,并且在三个能量储存源之间分配负载功率以实现改进或优化的燃料经济性。

[0113] 在一些实施例中,超级电容器管理系统1066和/或电池管理系统1054可以被实现为能量管理单元1070的一部分。

[0114] 图11示出了根据本发明的某些实施例的向电动车辆提供基于氨的动力的方法。该方法可用于促进电动车辆或电动车辆的一个或多个电气部件(例如一个或多个辅助设备)的操作(例如驾驶、充电等)。

[0115] 框1102说明提供具有氨罐的电动车辆,其中氨罐保存氨。氨罐可以是安装在电动车辆上或附接到电动车辆上的适当容器。氨可以是合适的形式,例如液体或气体的形式。

[0116] 框1104说明裂解氨以产生氢气。举例来说,在某些条件下,例如通过适当的流量控制,将氨从氨罐传送到氨裂解器,在氨裂解器中氨被分解成氢气和氮气。适合氨裂解的条件可根据实际需要进行设计,如裂解器的设计、所用催化剂、气体流量等。

[0117] 框1106说明将氢气供应到燃料电池系统中,在燃料电池系统中氢气被处理以产生电力。燃料电池系统可以是PEM燃料电池系统或其他类型的燃料电池系统。PEM燃料电池系统可以根据氢消耗等因素而包括不同数量的单元或模块。

[0118] 框1108说明将电力输出到电动车辆的电机控制器,使得电动车辆被驱动。在一些实施例中,来自燃料电池系统的电力在输入到电机控制之前经由功率调节系统进行调节。

[0119] 在一些实施例中,输出功率用于对电动车辆的一个或多个车载电池充电。在一些实施例中,输出功率用于对设置在电动车辆上的一个或多个超级电容器进行充电。在一些实施例中,输出功率用于为设置在电动车辆上的诸如空调、风扇等的一个或多个辅助设备

提供动力。

[0120] 如本文所使用的,术语“连接”或“被连接”是指物理连接或电连接,使得材料可以物理地运输,或者信号或数据可以以电学方式传输。

[0121] 如本文所使用的,术语“可控电力”表示电功率是可以控制的。例如,可以调整电流、电压或两者,从而使得电功率可调。

[0122] 除非另外定义,本文中使用的技术和科学术语具有示例实施例所属领域的技术人员通常理解的普通含义。在非限制性示例中示出了实施例。基于上述公开的实施例,本领域技术人员可以想到的各种修改都落入示例实施例的范围内。

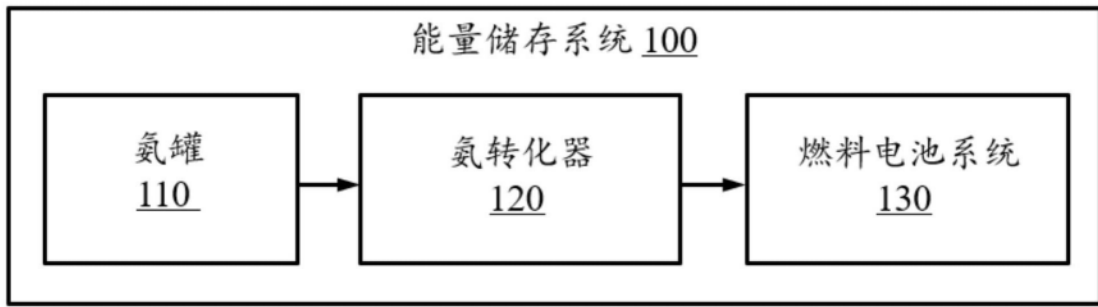


图1

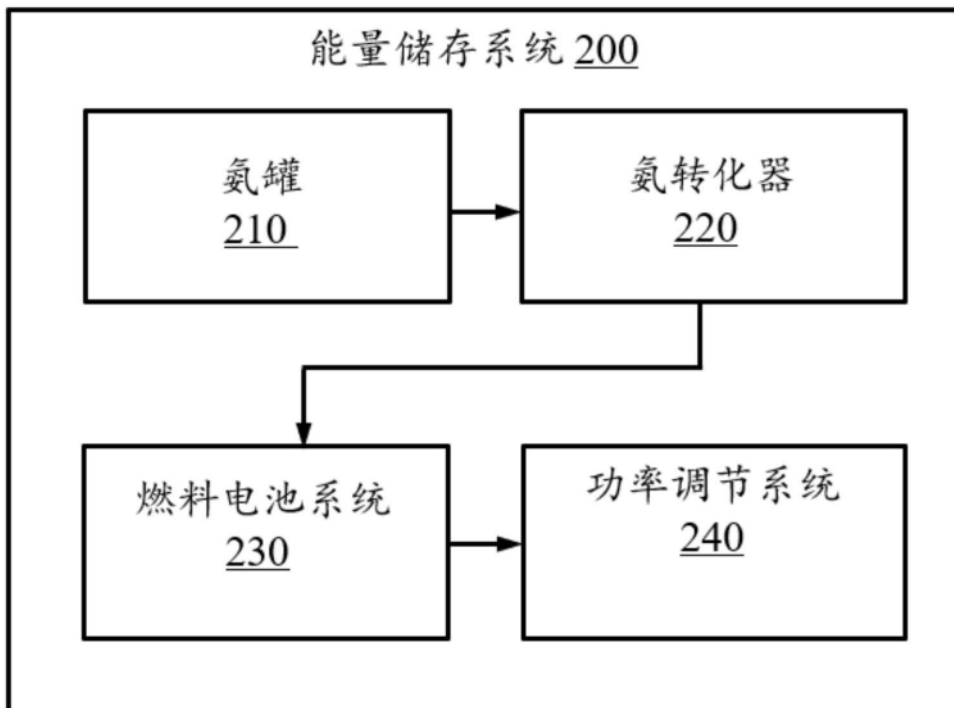


图2

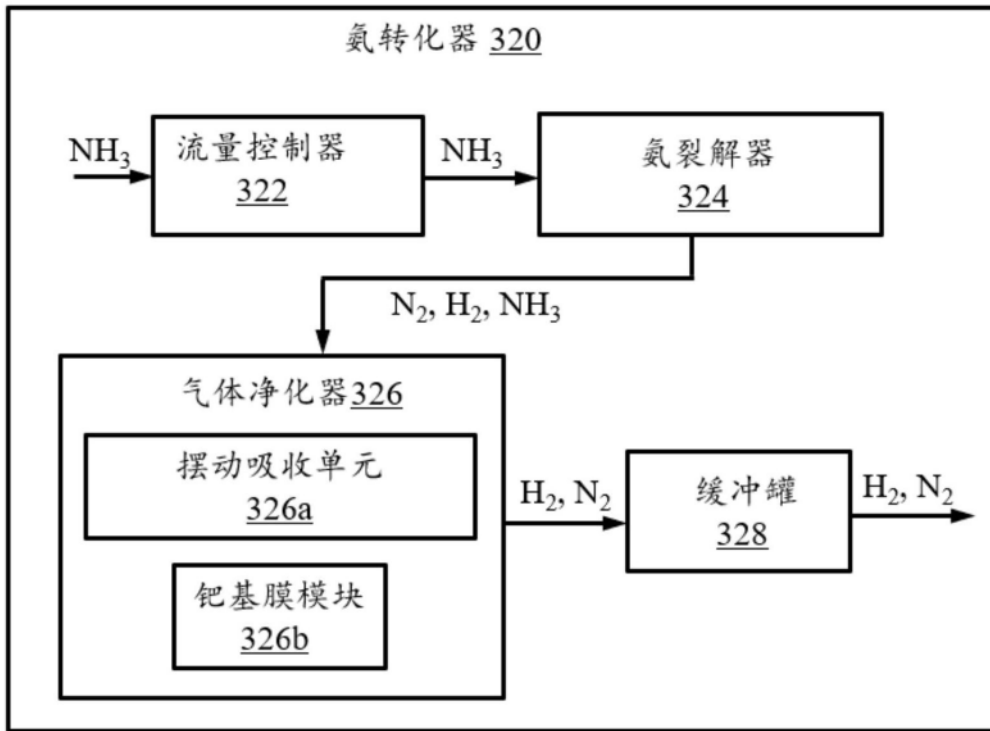


图3

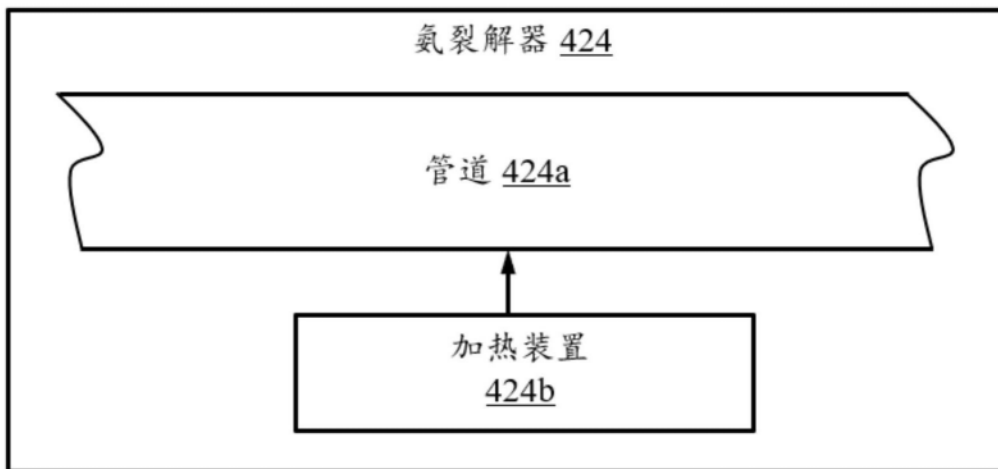


图4

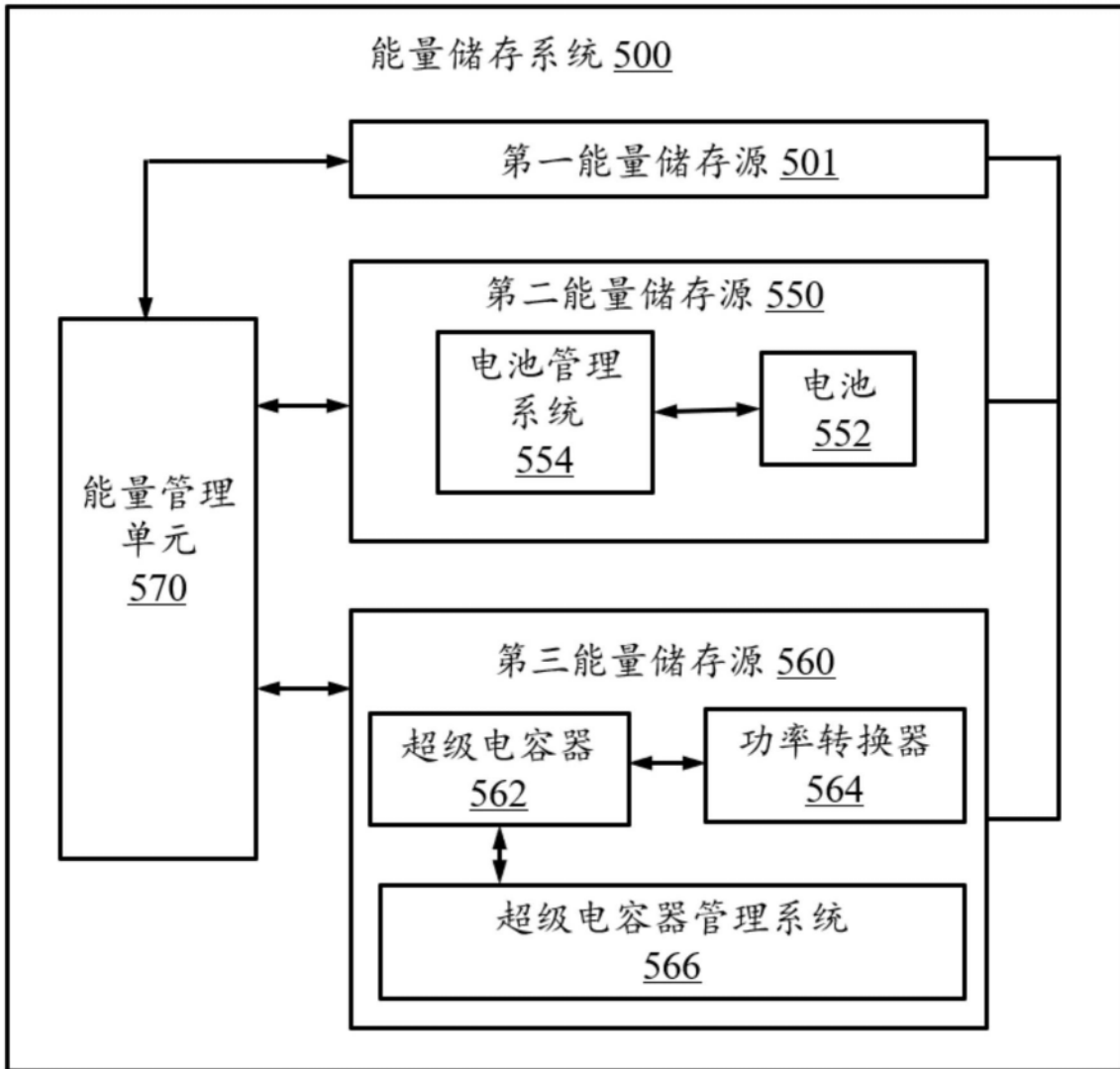


图5

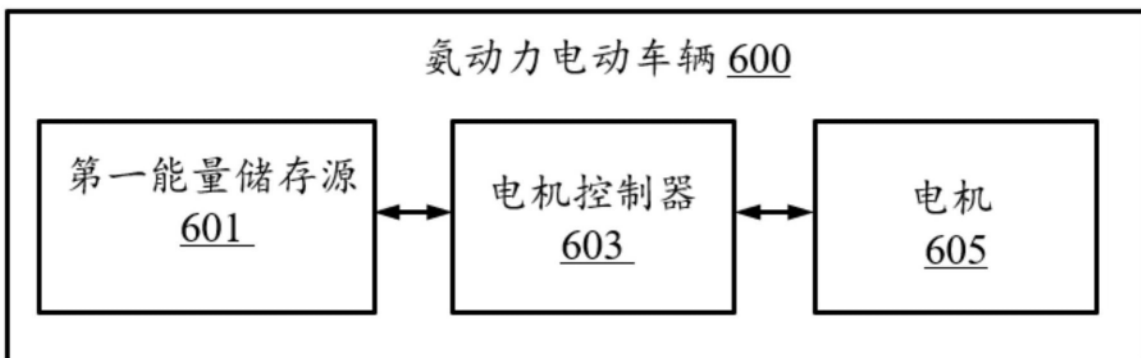


图6

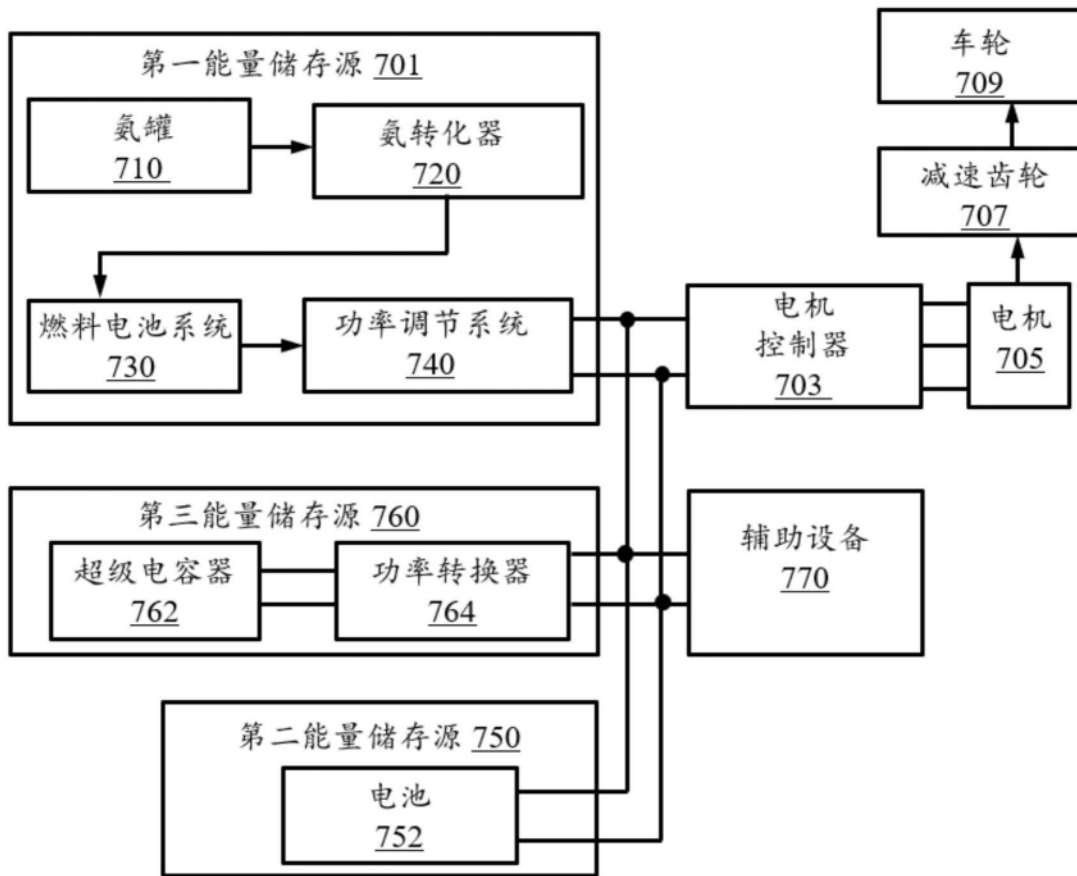


图7

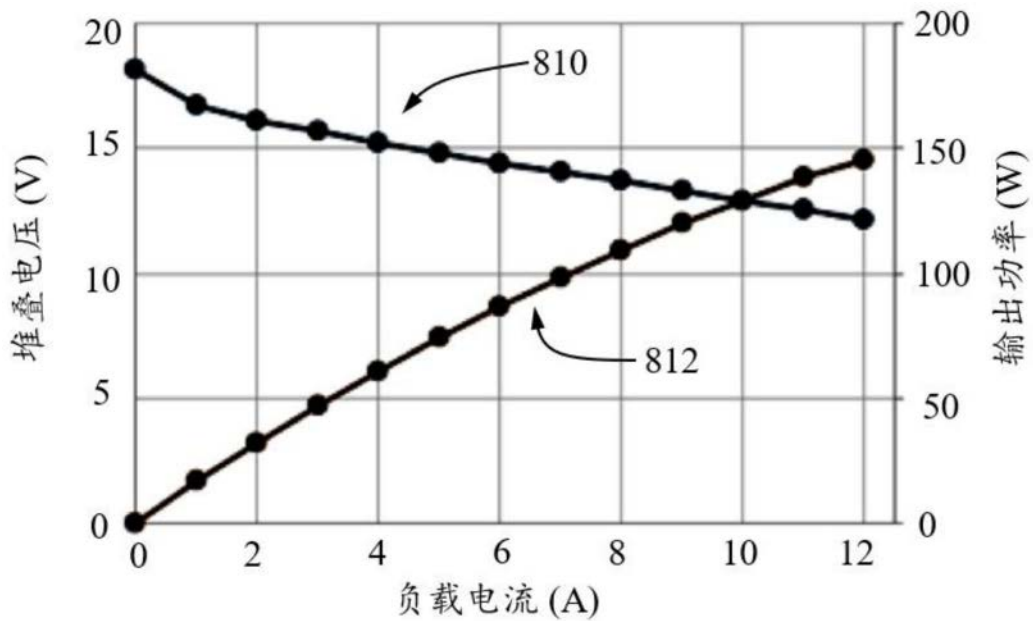


图8A

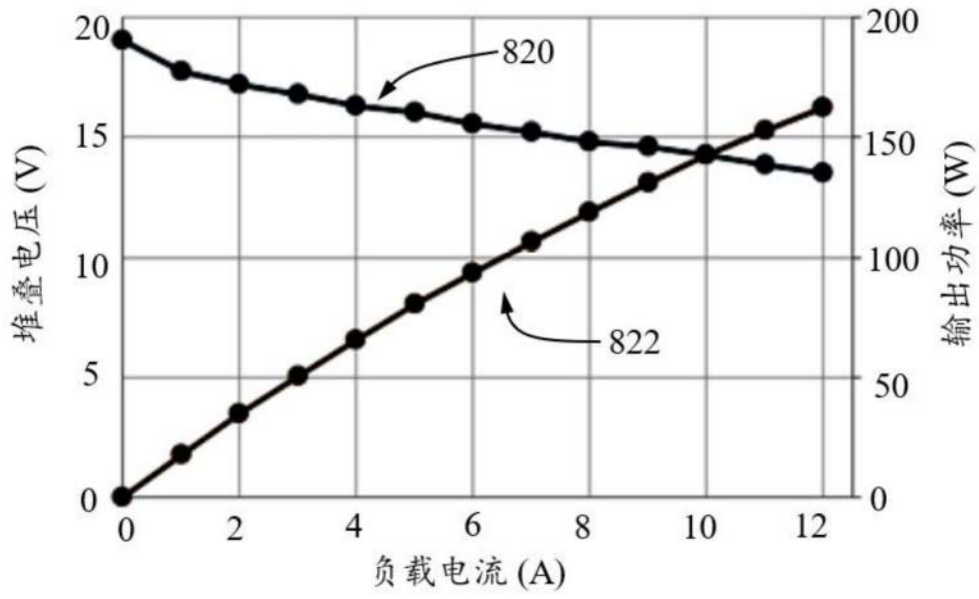


图8B

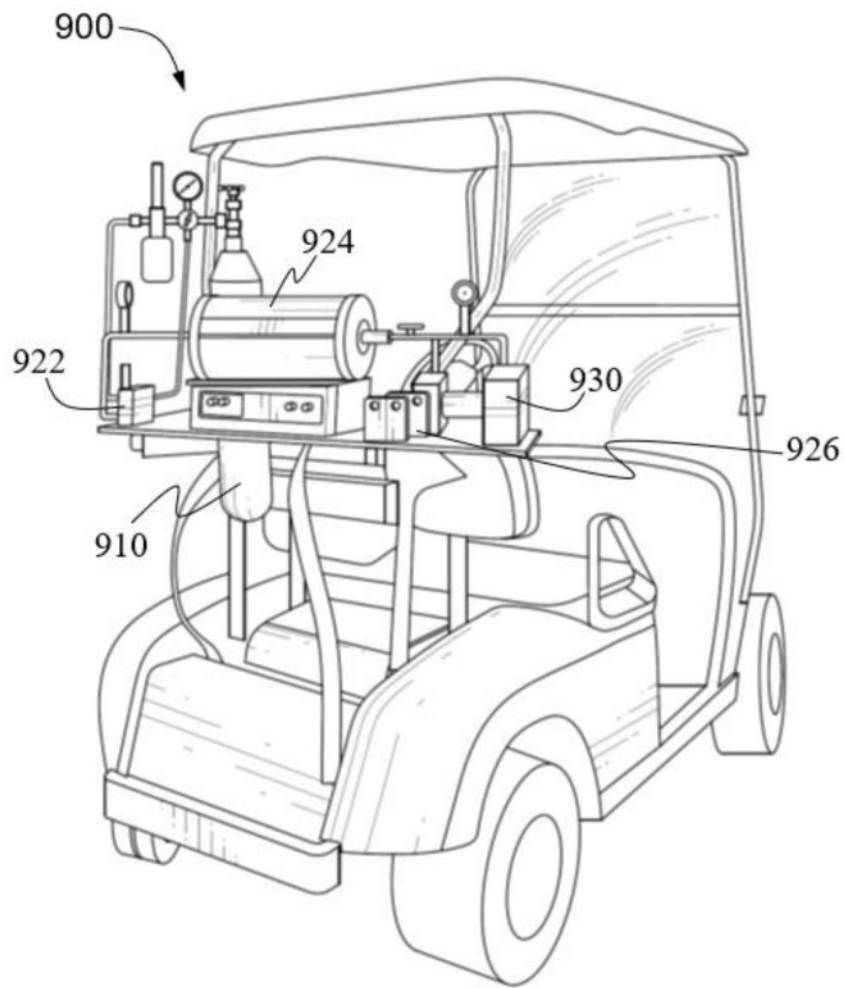


图9

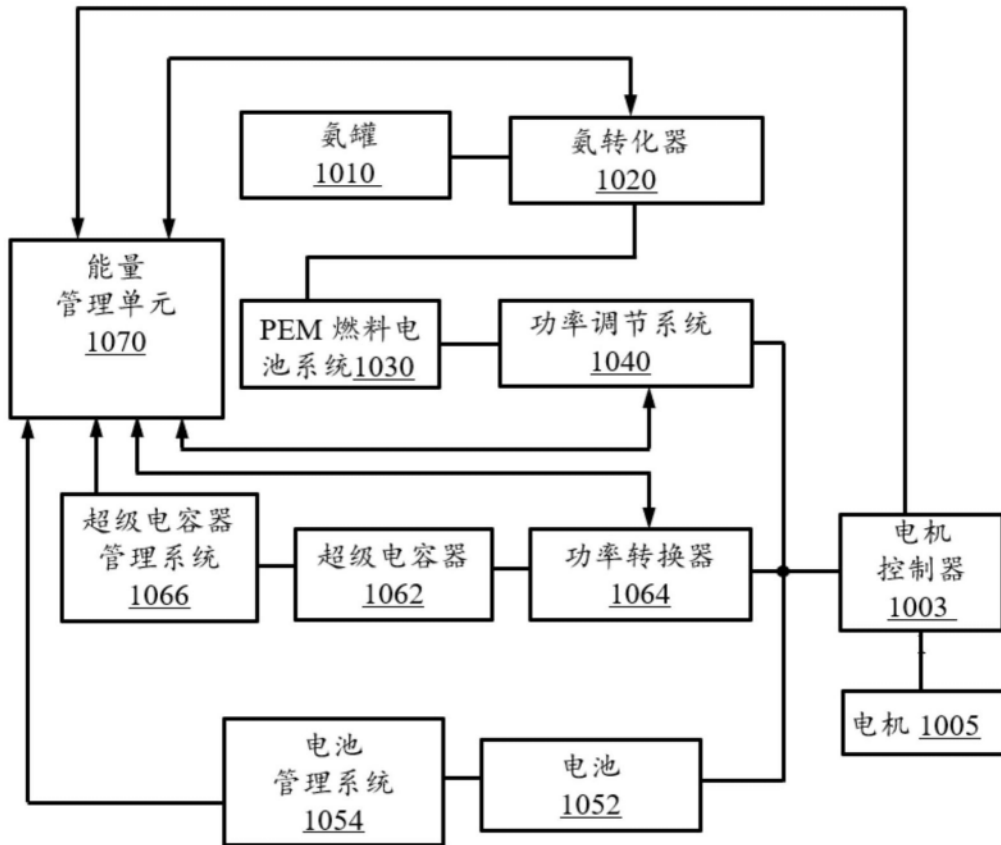


图10

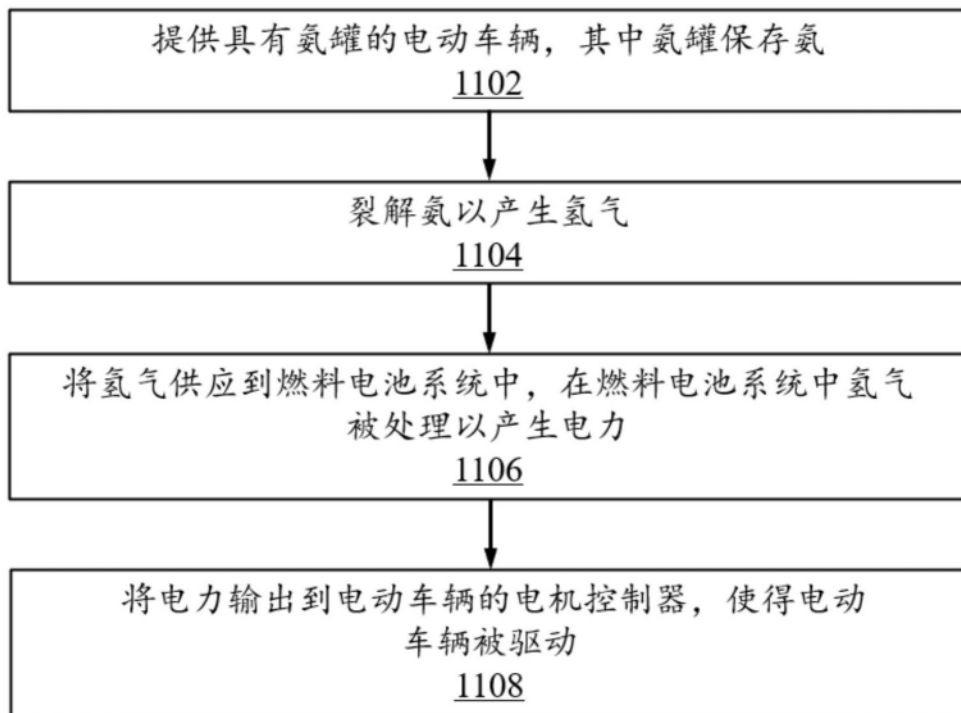


图11