



(21) 申请号 201680052862.6

(22) 申请日 2016.09.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108475937 A

(43) 申请公布日 2018.08.31

(30) 优先权数据  
2015903706 2015.09.11 AU

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.03.12

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/AU2016/050852 2016.09.12

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/041144 EN 2017.03.16

(73) 专利权人 转新动力有限公司  
地址 澳大利亚维多利亚海德堡西太平洋大道10号

(72) 发明人 斯蒂芬·斯米乐娜尔思

(74) 专利代理机构 成都七星天知识产权代理有限公司 51253

代理人 杨永梅

(51) Int.Cl.

H02J 7/02 (2016.01)

H02J 7/14 (2006.01)

(续)

(56) 对比文件

US 2015231978 A1, 2015.08.20

JP 2012105524 A, 2012.05.31

US 2013049677 A1, 2013.02.28

US 5570001 A, 1996.10.29

US 2006226703 A1, 2006.10.12

CN 1794532 A, 2006.06.28

JP H06133564 A, 1994.05.13

CN 203708127 U, 2014.07.09

US 5570001 A, 1996.10.29

US 2007029986 A1, 2007.02.08

JP H0858667 A, 1996.03.05

CN 102414043 A, 2012.04.11

JP 2012200139 A, 2012.10.18

EP 1710115 A3, 2008.07.30

CN 101716889 A, 2010.06.02

审查员 郭利娜

权利要求书2页 说明书25页 附图15页

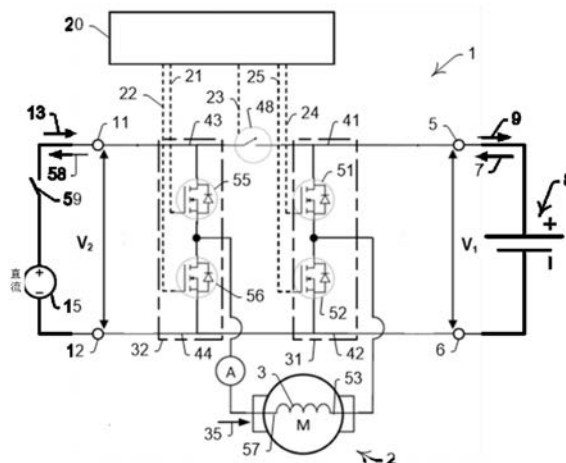
(54) 发明名称

一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器

(57) 摘要

一种控制器,用于包含感应线圈的呈直流电动机形式的感应负载。控制器包括一个第一输入,用于在第一周期中从呈电池组形式的第一能量源汲取直流负载电流。第一输入在第二周期中供应第一直流充电电流至电池。第二输入在第二周期中从呈直流电源形式的第二能量源汲取第二直流充电电流。控制模块发出控制信号。第一驱动电路和第二驱动电路在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,处于第一状态时,第一驱动电路和第二驱动电路与第一输入相连,并对控制信号响应从而接收负载电流以

及有选择地给线圈供能从而在电动机中产生转矩。



[转续页]

[接上页]

(51) Int.Cl.

*H02J 1/10* (2006.01)

*H02J 1/12* (2006.01)

*H02P 25/16* (2006.01)

*H02P 25/22* (2006.01)

*H02P 27/06* (2006.01)

*H02P 27/08* (2006.01)

*B60L 50/51* (2019.01)

*B60L 53/24* (2019.01)

1. 一种用于电动车的控制器,包括:

所述电动车的电动机,包含一个或多个感应线圈;

第一驱动电路,包括第一半桥整流器;

第二驱动电路,包括第二半桥整流器;

第三驱动电路,包括第三半桥整流器;

其中,所述一个或多个感应线圈通过所述第一、第二或第三半桥整流器中的一个的中间点连接至所述第一、第二或第三半桥整流器中的另一个的中间点;

第一输入,连接到并联布置的所述第一、第二和第三驱动电路的一对相似的正电轨和负电轨;

第一直流能量源或车载电池连接至所述第一输入;以及

控制模块,被配置为发出控制信号以将第一、第二和第三驱动电路从第一状态重新配置为第二状态;

其中,处于第一状态时,响应于所述控制信号,所述第一、第二和第三驱动电路被配置为在第一周期驱动所述电动机以驱动所述电动车,并在第二周期产生第一直流充电电流以为车载电池重新充电;

其中,所述第一、第二和第三驱动电路与第一输入相连并对所述控制信号响应从而接收负载电流以及可选择地给所述一个或多个感应线圈中的至少一个感应线圈供电;

其中,所述第二状态为重置状态,处于所述第二状态时,所述控制器包括:

第二直流外部能量源连接至第二输入以为所述车载电池充电,所述第二输入与所述第二驱动电路相连;

在所述正电轨和所述负电轨中的至少一个上的开关装置,所述开关装置在所述第二驱动电路和所述第一驱动电路之间;

跨第一输入的第一大容量电容器和跨第二输入的第二大容量电容器;

其中,处于所述第二状态时,所述开关装置断开,所述第二驱动电路与所述第一输入断开连接,并且所述控制模块被配置为在具有至少一个感应线圈的情况下操作所述第一、第二和第三驱动电路中的至少一个,在降压转换模式、升压转换模式或降压-升压转换模式下使所述第二直流外部能量源从第二电位到第一电位,以便为车载电池充电。

2. 根据权利要求1所述的控制器,其特征在于,所述控制模块在第三状态下操作所述开关装置,所述开关装置闭合,所述第一输入连接到所述第二输入,并且所述第二直流外部能量源能够以外部调节的充电电流为所述第一直流能量源充电。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述控制器还包括:施加在所述第二输入两端的交流输入电路,其中所述交流输入电路包括适用于外部交流能量源的有源整流器。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,当所述控制器被配置在所述第二状态时,所述第二大容量电容器被配置为过滤施加到所述第二输入的直流电压电位。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,当所述控制器被配置在所述第一状态时,所述第二大容量电容器被配置为过滤施加到所述电动机的电压电位。

6. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述第二直流外部能量源

为直流充电站。

7. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述电动机具有多于三个相的感应线圈,并且每个附加相感应线圈包括附加驱动电路。

8. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述控制器是双向的,使得在所述第二状态下,所述第二直流外部能量源或交流外部能量源由所述控制器充电。

9. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述开关装置包括一个或多个开关,其中所述一个或多个开关中的每个具有至少两个状态,并且响应于所述控制信号用于选择性地促使所述一个或多个开关在所述状态之间切换。

10. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述开关装置响应于来自所述控制模块的一个或多个所述控制信号,用于选择性地将一个或多个正电轨和负电轨与所述第二输入连接和断开,以及选择性地至少一个或另一个电源轨与所述第一输入连接和断开。

11. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述第一、第二和第三驱动电路的所述第一、第二和第三半桥整流器中的每一个包括相应的开关对,所述开关对响应于来自控制模块的控制信号,用于选择性地激励至少一个所述感应线圈。

12. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述电动机具有多个互连的感应线圈。

13. 根据权利要求1或权利要求2所述的控制器,其特征在于,所述电动车包括具有一个或多个感应线圈的至少两个电动机,并且每个附加电动机的每个附加感应线圈包括附加驱动电路。

14. 根据权利要求3所述的控制器,其特征在于,所述电动车包括施加在所述交流输入电路第三输入,用于与所述交流能量源接口。

15. 根据权利要求14所述的控制器,其特征在于,所述交流能量源是三相的。

## 一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于感应负载的控制器,尤其涉及一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器。

[0002] 本发明主要被开发用于插电式电动车,并且将在下文中参照这个应用来进行说明。然而,应理解的是本发明并不限于这些具体使用领域,其也适用于其他车辆用途,例如无论是私人还是商业用途的插电式混合动力电动车。本发明还适用于非交通工具的用途,例如泵、压缩机和许多不同行业中的电动机或感应负载的许多其他应用。

### 背景技术

[0003] 在整个说明书中对背景技术的任何讨论决不应该被认为是承认这种技术是已知的,或者构成本领域公知常识的一部分。

[0004] 电动车已经应用了几十年,并且利用一个或多个电动机为电动车提供机车驱动。近来,这种形式的车辆越来越多的作为私人 and 商业用途的汽车。与具有内燃机(ICE)的车辆和混合内燃机/电动机车辆相比,电动车具有许多优势。然而,电动车的主要缺点或缺陷仍存在:充电之间的可用距离相对较短,以及充电时间,特别是充满电的时间,相对于具有ICE的汽车的加油时间来说较长。

[0005] 为了鼓励电动车的销售和使用,至少一个电动车制造商正在努力在不同国家的许多不同地点建造专用的快速充电站。然而,这仍然是一个非常昂贵的基于基础设施的解决方案,需要花费大量时间进行有意义的部署。

[0006] 针对专用的充电站和其他基础设施来减少电动车的充电时间的要求,部分来自于这种仅能够适应相对较低功率电平的充电电路的车辆内的设施。有助于将这种较低功率电路包含在车辆中的一个因素是降低车辆的制造成本。然而,其他动机是减少车辆的重量和尺寸。对于高功率组件以及将这些组件保持在可接受的工作温度范围内的需要,会消耗相当大的空间并增加相当大的重量,这两者都会降低车辆的性能并减少其可用距离。此外,充电组件的重量在驾驶时可以被认为是自重,因为它仅在车辆静止而不在运行时使用。

[0007] 针对该问题已经提出一个部分解决方案是,在电动车中包括一个作为电动机的驱动电路的功率转换装置和一个车载电池的充电电路。中国实用新型专利CN 203708127公开了这种功率转换装置的一个例子,其中使用了开关磁阻电动机的所有三个电动机线圈,其用于从交流电源向电池充电。然而,这种现有技术的布置在操作和应用上受限。通过举例来说,其结构受限于:用于充电的交流输入;以及开关磁阻电动机。而且,它无法获得规模效益,由于在使用多台电动机时,还需要使用多种版本的转换装置。

[0008] 因此,本领域需要一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的改进的控制器以及用于这种负载的控制器。

### 发明内容

[0009] 本发明的一个目的是克服或改善现有技术中的至少一个缺点,或者提供一个有用

的备选方案。

[0010] 根据本发明的一个第一方面,提供了一个用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器,所述控制器包括:

[0011] 第一输入,用于在第一周期中从第一能量源汲取直流负载电流以及在第二周期中供应第一直流充电电流至所述第一能量源;

[0012] 第二输入,用于在第二周期中从第二能量源汲取第二直流充电电流;

[0013] 控制模块,用于发出控制信号;以及

[0014] 第一驱动电路和第二驱动电路,所述第一驱动电路和第二驱动电路在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,其中,处于第一状态时,所述第一驱动电路和第二驱动电路与第一输入相连并对所述控制信号响应从而接收所述负载电流以及可选择地给所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;处于第二状态时,所述第二驱动电路与所述第一输入断开连接,且第一驱动电路和第二驱动电路对所述控制信号响应,具体为:

[0015] (a) 所述第二驱动电路与所述第二输入相连,并对所述第二直流充电电流响应从而可选择地将供能电流导入所述一个或多个线圈中的至少一个线圈;以及

[0016] (b) 所述第一驱动电路对所述供能电流响应从而生成所述第一直流充电电流。

[0017] 在一个实施例中,所述第一驱动电路和所述第二驱动电路分别包括电源轨,所述控制器包括一个开关装置,所述开关装置可选择地将所述第一驱动电路和所述第二驱动电路中的电源轨互相连接或断开。

[0018] 在一个实施例中,所述第一驱动电路和所述第二驱动电路分别包括一对相似的电源轨,以及所述开关装置可选择地将所述第一驱动电路和所述第二驱动电路中相似的电源轨互相连接或断开。

[0019] 在一个实施例中,所述一对相似的电源轨分别包括正电轨和负电轨。

[0020] 在一个实施例中,所述开关装置包括一个或多个开关,其中每一个开关包含至少两种状态;以及对所述控制信号响应从而可选择地改变所述状态。

[0021] 在一个实施例中,所述开关装置对所述控制信号响应从而可选择地将所述电源轨连接或断开。

[0022] 在一个实施例中,所述开关装置对所述控制信号响应从而可选择地将一个或多个电源轨与所述第一输入连接或断开。

[0023] 在一个实施例中,该控制器包括输入电路,所述输入电路包括第三输入和输出,所述第三输入与外部能量源连接,所述输出提供所述第二直流充电电流至所述第二输入。

[0024] 在一个实施例中,该输入电路包括滤波器。

[0025] 在一个实施例中,该外部能量源为交流电源,且该输入电路包括整流器。

[0026] 在一个实施例中,输入电路包括反相器,且对所述控制信号响应从而从第二输入汲取直流电流以及通过第三输入供应交流电流至所述外部能量源。

[0027] 在一个实施例中,该第一驱动电路在所述一对电源轨中的至少一个电源轨与所述一个或多个线圈中的至少一个线圈之间可选择地提供电流通路。

[0028] 在一个实施例中,所述第一驱动电路包括一个整流电路。

[0029] 在一个实施例中,所述整流电路包括至少一个半桥整流器。

[0030] 在一个实施例中,所述整流电路包括至少一个不对称整流器。

[0031] 在一个实施例中,该第二驱动电路在所述一对电源轨中的至少一个电源轨与所述一个或多个线圈中的至少一个线圈之间可选择地提供电流通路。

[0032] 在一个实施例中,所述第二驱动电路包括一个整流电路。

[0033] 在一个实施例中,所述整流电路包括至少一个半桥整流器。

[0034] 根据本发明的一个第二方面,提供了一个用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器,所述控制器包括:

[0035] 第一输入,用于在第一周期中从第一能量源汲取直流负载电流以及在第二周期中供应第一直流充电电流至所述第一能量源;

[0036] 第二输入,用于在第二周期中从第二能量源汲取第二直流充电电流;以及

[0037] 第一驱动电路和第二驱动电路,所述第一驱动电路和第二驱动电路在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,其中,处于第一状态时,所述第一驱动电路和第二驱动电路与第一输入相连,从而接收所述负载电流以及可选择地给所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;处于第二状态时,所述第二驱动电路与所述第一输入断开连接,具体为:

[0038] (a) 所述第二驱动电路与所述第二输入相连,并对所述第二充电电流响应从而可选择地将供能电流导入所述一个或多个线圈中的至少一个线圈;以及

[0039] (b) 所述第一驱动电路对所述供能电流响应从而生成所述第一直流充电电流。

[0040] 根据本发明的一个第三方面,提供了一个用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器,所述控制器包括:

[0041] 至少两个驱动电路,其中,每个驱动电路包括一个电源轨,从所述电源轨选择性地通过所述驱动电路汲取直流电流,从而对所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;以及

[0042] 开关装置,所述开关装置在第一状态和第二状态下操作,其中,处于第一状态时,所述开关装置将电源轨连接至一个公共直流能量源;处于第二状态时,所述开关装置将至少一个电源轨与至少另一个电源轨隔离并且将所述至少一个电源轨连接到其他直流能量源。

[0043] 在一个实施例中,该感应负载为电动机,且处于所述第一状态时,该直流电流为由电源轨汲取的直流负载电流,从而对所述一个或多个线圈供能以驱动所述电动机。

[0044] 在一个实施例中,该电动机为一个单个电枢线圈的直流电动机。

[0045] 在一个实施例中,该电动机具有多个线圈。

[0046] 在一个实施例中,该电动机具有多个互连的线圈。

[0047] 在一个实施例中,处于第二状态时,由所述至少一个电源轨汲取的直流电流是来自其他直流能量源的直流充电电流,所述其他直流能量源的至少一部分被导入所述一个或多个线圈中的至少一个线圈。

[0048] 在一个实施例中,所述控制器包括控制模块,其用于提供控制信号,其中,开关装置对所述控制信号响应从而操作于第一状态或第二状态。

[0049] 在一个实施例中,所述驱动电路对所述控制信号响应从而可选择地对一个或多个线圈中的至少一个线圈供能。

[0050] 在一个实施例中,每个驱动电路包括一组开关,所述一组开关对所述控制信号响

应从而可选择地对所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能。

[0051] 在一个实施例中,该组开关确定相应的半桥整流器。

[0052] 在一个实施例中,所述感应负载包括三个线圈和三个驱动电路,并且处于第二状态时,两个电源轨保持连接。

[0053] 在一个实施例中,所述控制器包括三个感应线圈和三个驱动电路,其中,处于第二状态时,所有电源轨彼此隔离。

[0054] 在一个实施例中,所述控制器包括多个线圈和具有相应电源轨的多个驱动电路,其中,处于第二状态时,用于驱动电路中的一个的至少一个电源轨与其他驱动电路的其他电源轨电隔离。

[0055] 根据本发明的一个第四方面,提供了一个用于包含多个互连的感应线圈的电机的控制器,所述控制器包括:

[0056] 多个驱动电路,每个驱动电路具有一个电源轨,当互连线圈可选择地和共同地供能时,电流从电源轨流过;以及

[0057] 一个开关装置,所述开关装置在第一状态和第二状态下操作,其中,处于第一状态时,所述开关装置将电源轨连接至一个公共直流能量源和/或接收器;处于第二状态时,所述开关装置将至少一个电源轨与至少另一个电源轨隔离并且将至少一个电源轨连接到其他能量源和/或接收器。

[0058] 在一个实施例中,所述其他能量源和/或接收器为,直流能量源和/或接收器和交流能量源和/或接收器中的一个。

[0059] 根据本发明的一个第五方面,提供了一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制方法,所述方法包括以下步骤:

[0060] 在第一输入中,在第一周期中从第一能量源汲取直流负载电流;以及在第二周期中供应第一直流充电电流至所述第一能量源;

[0061] 在第二输入中,在第二周期中从第二能量源汲取第二直流充电电流;

[0062] 从控制模块发出控制信号;以及

[0063] 提供第一驱动电路和第二驱动电路,所述第一驱动电路和第二驱动电路在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,其中,处于第一状态时,所述第一驱动电路和第二驱动电路与第一输入相连,并对所述控制信号响应从而接收所述负载电流以及可选择地给所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;处于第二状态时,所述第二驱动电路与所述第一输入断开连接,且第一驱动电路和第二驱动电路对所述控制信号响应,具体为:

[0064] (a) 所述第二驱动电路与所述第二输入相连,并对所述第二充电电流响应从而可选择地将供能电流导入所述一个或多个线圈中的至少一个线圈;以及

[0065] (b) 所述第一驱动电路对所述供能电流响应从而生成所述第一直流充电电流。

[0066] 根据本发明的一个第六方面,提供了一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制方法,所述方法包括以下步骤:

[0067] 在第一输入中,在第一周期中从第一能量源汲取直流负载电流;以及在第二周期中供应第一直流充电电流至所述第一能量源;

[0068] 在第二输入中,在第二周期中从第二能量源汲取第二直流充电电流;以及



[0069] 提供第一驱动电路和第二驱动电路,所述第一驱动电路和第二驱动电路在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,其中,处于第一状态时,所述第一驱动电路和第二驱动电路与第一输入相连,从而接收所述负载电流以及可选择地给所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;处于第二状态时,所述第二驱动电路与所述第一输入断开连接,具体为:

[0070] (a) 所述第二驱动电路与所述第二输入相连,并对所述第二充电电流响应从而可选择地将供能电流导入所述一个或多个线圈中的至少一个线圈;以及

[0071] (b) 所述第一驱动电路对所述供能电流响应从而生成所述第一直流充电电流。

[0072] 根据本发明的一个第七方面,提供了一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制方法,所述方法包括以下步骤:

[0073] 提供至少两个驱动电路,其中,每个驱动电路包括一个电源轨,从所述电源轨选择性地通过所述驱动电路汲取直流电流,从而对所述一个或多个线圈中的至少一个线圈供能;以及

[0074] 在第一状态和第二状态下操作一个开关装置,其中,处于第一状态时,所述开关装置将电源轨连接至一个公共直流能量源;处于第二状态时,所述开关装置将至少一个电源轨与至少另一个电源轨隔离并且将至少一个电源轨连接到其他直流能量源。

[0075] 根据本发明的一个第八方面,提供了一种用于包含多个互连感应线圈的感应负载的控制方法,所述方法包括以下步骤:

[0076] 提供多个驱动电路,每个驱动电路具有一个电源轨,电流从电源轨汲取从而可选择地和共同地对互连线圈供能;以及

[0077] 在第一状态和第二状态下操作一个开关装置,其中,处于第一状态时,所述开关装置将电源轨连接至一个公共直流能量源;处于第二状态时,所述开关装置将至少一个电源轨与至少另一个电源轨隔离并且将至少一个电源轨连接到其他能量源。

[0078] 贯穿本说明书对“一个实施例”、“一些实施例”、“一实施例”、“一布置”和/或“一种布置”意指结合实施例或布置所描述的特定特征、结构或特性包括于本发明的至少一个实施例或布置中。因此,贯穿本说明书的不同位置出现的词组“在一个实施例中”、“在一些实施例中”、“在一实施例中”、“在一种布置”、或“在一布置中”不一定全部指代相同的实施例或布置,但是是可以的。此外,在一个或多个实施例或者布置中,对于本公开的技术人员显而易见的是,特定特征、结构或特性可以以适当的方式进行组合。

[0079] 正如本文所使用的,除非另外指明,否则使用序数形容词“第一”、“第二”、“第三”等来描述共同对象仅仅表明正在提及的对象类别中的对象的不同实例,并非意在暗示所描述的对象必须按照时间顺序、空间顺序、排序顺序、重要性顺序或以任何其他方式给定的顺序排列。

[0080] 除非另有定义,本文所使用的所有科学和技术术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。

[0081] 除非上下文另有要求,否则本文使用的冠词“一”和“一个/种”是指物品的一个或多于一个(即,至少一个)语法对象。作为示例,“一个元素”通常是指一个或多于一个的元素。

[0082] 正如本文所使用的,在提供示例的意义上使用术语“示例性”,而不是指示质量。

即,一个“示例性实施例”是作为示例提供的一个实施例,而不一定是示例性质量的实施例。

## 附图说明

- [0083] 现在将参考附图仅以举例的方式描述本发明的实施方式,其中:
- [0084] 图1是用于包含单个感应线圈的直流电动机的控制器的电路示意图;
- [0085] 图2是用于包含Y形配置的三相感应电动机并且配置为从外部PV阵列接收直流功率的控制器的电路示意图;
- [0086] 图3是用于电动车的类似于图2的控制器并且配置为从外部电网接收三相电能的控制器的示意图;
- [0087] 图4是类似于图3的控制器的电路示意图,该控制器配置为从外部电网接收单相电能;
- [0088] 图5是类似于图4的控制器的电路示意图,其中图4示出了从电网接收单相电能的替选配置;
- [0089] 图6是用于电动车的控制器的电路示意图,该控制器配置为从外部电网接收三相电能,并且包含具有绝缘栅双极晶体管的单个驱动电路;
- [0090] 图7是当处于第二状态和降压模式时,用于电动车的另一个控制器的电路示意图;
- [0091] 图8是当处于第二状态时,图7的控制器所遵循的步骤的流程图;
- [0092] 图9是处于第二状态和升压模式的图7的控制器的电路示意图;
- [0093] 图10是处于第二状态和降压-升压模式的图7的控制器的电路示意图;
- [0094] 图11是利用双向整流器/反相器的类似于图6的控制器的示意图;
- [0095] 图12是利用多组超电容器(或超级电容器)的控制器的示意图,图中仅示出一组;
- [0096] 图13是利用多组超电容器的其他控制器的示意图;
- [0097] 图14是用于以开关磁阻电动机或者独立地具有受控线圈的电动机形式的感应负载的其他控制器的示意图;
- [0098] 图15是用于包含多个电动机的感应负载的其他控制器的示意图;
- [0099] 图16是类似于图15的并且具有交错连接的其他控制器的示意图;
- [0100] 图17是用于包含多个电动机的感应负载的其他控制器的示意图;
- [0101] 图18是用于具有双向能力的有源整流器的其他控制器的示意图,其中,该有源整流器与具有Y形配置的三个线圈的三相电动机形式的感应负载耦合;
- [0102] 图19是能够用作磁能恢复开关(MERS)系统的其他控制器的示意图;以及
- [0103] 图20是利用无线电能传送的本发明的其他实施例的示意图。

## 具体实施方式

- [0104] 本文描述了一种用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器。
- [0105] 参考图1,其示出了一种控制器1,用于呈直流电动机2形式的感应负载,直流电动机2具有感应线圈3。控制器1包括一个第一输入,由端子5和6界定,用于在第一周期中从呈一组电池8形式的第一能量源汲取直流负载电流7。端子5和6在第二周期中供应第一直流充电电流9至电池8。由端子11和12界定的第二输入在第二周期中从呈直流电源15形式的第二能量源汲取第二直流充电电流13。控制模块20沿着控制线21至25发出控制信号,控制线21

至25在图1中示出为均匀的虚线。示出为包围在可变虚线中的第一驱动电路31和第二驱动电路32在第一周期中处于第一状态,在第二周期中处于第二状态,其中处于第一状态时,电路31和32与端子5和6相连并对控制信号响应从而接收负载电流7以及可选择地给线圈3供电以使电动机2产生转矩。处于第二状态时,电路32与端子5断开连接且电路31和32对控制信号响应,具体为:电路32能够与端子11相连并对电流13响应从而可选择地将供电电流35导入线圈3;以及电路31能够对电流35响应从而生成电流9。

[0106] 电路31包括正电轨41和负电轨42,电路32包括正电轨43和负电轨44。驱动电路31和32分别包括一组开关,在该实施例中由两个MOSFET来举例说明,每个MOSFET具有一个续流二极管(FWD)。在其他实施例中,驱动电路31包括多组开关的其他配置,这些组开关包括一种或多种类型的一个或多个开关。这些开关可以是单向、双向或多向的,并且可以通过电气、机械或机电装置实现,包括但不限于晶体管、MOSFET、HEMT、HFET、MODFET、IGBT、达灵顿对、二极管、光电二极管、晶闸管、接触器、继电器或其他此类现有或未来装置。该组开关的配置能够包括但不限于半桥、全桥、H桥、不对称桥或一个或多个串联和/或并联配置的开关。控制器1包括呈单掷单极开关48形式的双向开关装置,用于可选择地将电源轨41和43互相连接和断开。在这个实施例中,开关48由两个串联的IGBT实现,两个IGBT具有带续流二极管的共发射极。然而,在其他实施例,使用了另一种形式的单向或多向开关,例如背靠背MOSFET、继电器、接触器、机械开关或包括本说明书中提及的那些装置的其他此类装置。

[0107] 在这个实施例中,负电轨42和44保持连接并且在任何时候都是通用的。然而,在其他实施例中,另一个开关(如开关48)位于电源轨42和44之间,用于选择性地将电源轨42和44互相连接和断开。在其他实施例中,开关48可被省略,仅使用电源轨42和44之间的另一个开关。在其他实施例中,可使用额外的开关,以进一步将电源轨41和43以及电源轨42和44之间可选择地连接和断开。因此,在不同实施例中,开关装置包括至少一个开关,用于可选择地连接和隔离类似的电源轨。更具体地,开关分别具有至少两种状态,并且对控制信号响应从而可选择地改变状态。对控制信号响应而发生的状态的改变具有可选择地连接和断开电源轨的作用。此外,无论呈任何形式的开关装置可对控制信号响应,从而可选择地将至少一个电源轨与端子5和6中任一或二者连接或断开,以及可选择地将至少一个电源轨与端子11和12的任一或二者连接或断开。

[0108] 在本实施例的图1中,当开关48处于断开状态(如图所示),电源轨43与电源轨41断开连接且与端子5隔离。虽然电源轨44仍然与电源轨42物理连接,但是驱动电路32在功能上与电路31断开以允许那些电路执行不同的功能。通过将在两个驱动电路中的类似电源轨中的任一个或两者之间断开,能够建立该断开功能。

[0109] 电路31包括两个串联连接的MOSFET 51和52(为各自的开关),两个MOSFET在电源轨41和42之间延伸,并且分别通过控制线24和25接收来自控制模块20的控制信号,以可选择地允许在线圈3的第一端53与电源轨41和42之间建立电流通路。类似地,电路32包括两个串联连接的MOSFET 55和56(为各自的开关),两个MOSFET在电源轨43和44之间延伸,并且分别通过控制线21和22接收来自控制模块20的控制信号,以可选择地允许在线圈3的第二端57与电源轨43和44之间建立电流通路。以这种方式并且受到模块20产生的控制信号的影响,电流能够以任一方向通过线圈3以驱动电动机2或允许从电流35产生电流9。

[0110] 本领域技术人员将理解驱动电路31和32包括各自的半桥整流器。例如,对由模块

20产生的相关控制信号响应,MOSFET 51、52、55和56也作为开关工作(尽管具有由各自的体二极管提供的附加功能)。在其他实施例中,使用不同组配置和类型的开关来替代一个或多个MOSFET。其他此类开关的例子包括其他有源或无源电子元件,或有源元件和无源元件的组合。在一些实施例中,开关可全部或部分地用绝缘栅双极晶体管(IGBT)、双极结晶体管(BJT)或达灵顿对等来实现。其他实施例中利用了电接触器和/或机械接触器和/或其他此类装置。

[0111] 模块20包括微处理器和诸如存储器、接口卡、通信端口等相关硬件。微处理器对宽范围的电压和电流输入以及存储器中包含的用于执行导致控制信号通过控制线21至25产生并传达的功能的软件代码响应,从而控制开关48和MOSFET 51、52、55和56的状态以实现上述功能等。在这个实施例中,模块20专用于控制器1的操作。然而,在其他实施例中,电动机2用于向电动车提供机车驱动,并且模块20是用于电动车的控制系统,并且控制除了那些与控制器1直接相关的功能之外的功能。在其他实施例中,电动机2是用于驱动空气调节单元压缩机的单相交流电动机,并且模块20是来自建筑物电能管理系统的控制系统并且控制除了那些与控制器1直接相关的功能之外的功能。

[0112] 在其他实施例中,电动机2是水泵泵(未示出)的一部分,并且模块20是用于控制太阳能PV板阵列、附接电池和电动机2之间的电能管理的控制系统。在其他实施例中,感应负载是一个或多个加热元件,并且模块20对各种输入响应以提供经济有效的加热操作。这包括选择性汲取来自电网和一个或多个附接能量存储装置的电流,从而用于保持加热要求和/或给一个或多个其他附接能量存储装置充电。在其他实施例中,电动机2是例如无绳真空吸尘器或电动工具的无绳电器的一部分,并且模块20为控制系统,其负责在电器或工具的预期使用期间电器或工具的操作,并且负责电器或工具在不使用时和在第二输入处连接到合适的电源时的充电循环。

[0113] 本发明的各种实施例利用开关装置中断至少两个驱动电路之间的电源轨,驱动电路在正常驱动情况期间可选择地为电动机提供驱动电流。这些正常驱动情况等同于模块20在第一状态下操作控制器1期间的情况。

[0114] 最简单形式的开关装置为单极开关,例如图1中的开关48,其可选择地将驱动电路中的至少一个驱动电路与至少另一个驱动电路连接和分离。这允许将分离或隔离的驱动电路连接到不同于其他驱动电路的电源并从中一个不同的电源汲取诸如电流13的直流电流。通过控制两个电路的操作以充当这种分离配置(即,第二状态)中充电器的模块20,直流电流允许流过电动机的线圈-或者用于多线圈电动机,通过一个或多个线圈-以及利用线圈作为充电器的降压-升压结构的一部分。即,控制电路的分离和分离的驱动电路之间的受控协作允许那些电路与线圈3一起确定非反相级联降压-升压转换器,用于给例如来自另一直流电源(例如电源15)的电池8充电。

[0115] 虽然参考在第二状态下操作时对电池8进行充电来描述模块20的以上操作,但是在其他实施例中,在第二状态期间存在可用的附加或替代选项,如将在下面的实施例中所描述。所有这些选项都来自模块20为控制器1提供在至少两个直流电压之间传送能量的能力。

[0116] 还应理解的是,模块20能够控制开关48和MOSFET 51、52、55和56以实现附加功能。特别是,模块20能够发出控制信号,使控制器1能够在电池8和电源15之间提供双向电流。

即,控制器1能够通过从电池8汲取能量来对电源15进行充电。

[0117] 此外,在电动机2作为发电机驱动的情况下,模块20能够发出控制信号,使由电动机2产生的电流被用于直流电流9。可替换地,所产生的电流能够为从端子11以与电流13相反的方向流入电源15(其中电源15是能够接收该电流的可充电电源)的直流充电电流58。这些情况示例性地包括在使用再生制动的电动车应用中。在其他实施例中,模块20提供控制信号以交替或同时产生电流9和58。

[0118] 由于控制器1利用电路31和32以及线圈3来确定降压-升压转换器结构,模块20能够在不同电压电平之间提供直流充电,并且在多个电压电平之间提供多相应用,这将在下面更详细地描述。

[0119] 因此,概括而言,本发明的实施例具有以下一种或多种能力:

[0120] ●在第一状态期间从第一电源驱动电动机。

[0121] ●在第一状态期间从第二电源驱动电动机。

[0122] ●在第一状态期间从第一电源和第二电源其中之一或两者驱动电动机。

[0123] ●从电动机产生的电流对第一电源和第二电源其中之一或两者充电,其中这些电源是可充电电源。

[0124] ●在第二状态期间从第一电源为第二电源充电,其中第二电源是可充电电源。

[0125] ●在第二状态期间从第二电源为第一电源充电,其中第一电源是可充电电源。

[0126] 即,对于那些利用两个可充电电源和电动机并且提供所有上述能力的实施例,用于电动机的控制器在电动机和能量源之间提供全双向能量流。

[0127] 此外,在多相电动机适当配置的情况下,任何数量的电动机相线圈(包括所有电动机线圈)都能够用于电压电能转换。而且,线圈能够以串联或并联(或串联和并联的组合)方式配置,以分别为降压-升压结构提供更高的电感量和更高速的电能传送。

[0128] 在感应负载是诸如图1中提供的电动机的那些实施例中,在电压转换操作期间将电动机用作降压、升压或降压-升压电感器的同时,禁用电动机通常是有益的。这可以防止在该操作过程中电动机产生过大的扭矩。在直流电动机中,这包括例如断开或旁路磁场线圈并将电枢线圈用作负载电感。在其他实施例中,通过断开或旁路电枢线圈并将磁场线圈用作负载电感来实现相似的效果。在交流电动机中,该效果包括例如控制电流波形使其不会在电动机中产生转矩。在一些实施例中,在电能转换操作期间电动机的定子和转子优选地机械锁定。

[0129] 在一些实施例中,电动机2为间歇运行或不频繁运行的泵电动机,电源15为PV阵列。(以下参考图2提供了具体示例)。当光伏阵列发电(即,当阵列上有足够的阳光时)且需要运行电动机2时,模块20提供控制信号,使得由PV阵列产生的电能被用于直接驱动电动机,同时电池8仅基于电动机2汲取的电流而提供任何短缺。如果当PV阵列提供电能时,不需要运行电动机2,模块20提供控制信号以引导来自(通过线圈3和电路31、32之间的协作)升高或降低电压的阵列的任何直流电流以在所需直流电压下确定电流9,以提高电池8的充电状态。在使用控制器1对电池8充电期间,模块20能够调节充电电流9并启用最大功率点跟踪(MPPT)。

[0130] 由于PV阵列不是可充电电源,它将通常具有保护二极管或开关,例如由模块20控制的开关59(未示出),以防止电流流入PV阵列。

[0131] 在使用多相电动机的实施例中也能够实现上述操作。例如,在图2中相应的特征由对应的参考标号表示,其中示出了用于呈三相电动机62形式的感应负载的控制器61,该三相电动机62具有处于Y形配置的三个线圈3a、3b和3c。鉴于需要驱动电动机62的三个输入,控制器61包括三个驱动电路,电路31、电路32和电路63。还应注意,电动机62是三相泵电动机,并且电源15是提供电流13的PV阵列。在其他实施例中,电动机62用于不同于泵的情况,并且电源15不是直接来自PV阵列。

[0132] 还应注意,为了简单和清楚起见,图2(以及其他图中)省略了一些特征。例如,在图2中,开关59没有明确示出。然而,本领域技术人员应该理解根据电动机、控制器和相关电路的应用和设计参数,这种开关以及诸如限流电路、其他保护电路、接地电路等的其他此类部件包括在内。

[0133] 在该实施例中,呈电容器65形式的另一可充电能量储存装置与电池8并联放置,以适应电流7和9两者中的高功率流。在其他实施例中,可充电能量储存装置是多个电容器、一个或多个超电容器、一个或多个混合电容器/超电容器、或者这些或其他此类装置中的一个或多个的组合。

[0134] 对来自模块20(图中未示出)的相关控制信号响应,开关48操作从而可选择地断开电源轨41和43。另外,模块20产生用于电路31、32和63的其他控制信号,以允许在不同的操作状态期间所需的能量流。

[0135] 虽然在图2的实施例中,电路31和63的电源轨总是保持连接,但不应该指当开关48打开时,电路31和63必须以相同的方式工作,尽管在一些实施例中确实发生了相同的操作。例如,在某些情况下,电动机62不需要操作,并且来自电源15的电流13可用于给电池8充电,但是它非常小。在这种情况下,并且当控制器1以升压模式运行时,电路31和63中的任一个能够变得不可运行-因为驱动电路中的两个MOSFET都被断开-并且通过电路31和63中的另一个的(通过模块20)受控切换在线圈的下游侧执行充电功能。在其他实施例中,并且在轻负载条件下,电路31和63以相移方式同时或相反地被控制。在其他实施例中,控制器的结构被改变以改变电感/功率能量/效率,并且其示例将在下面进行描述。

[0136] 在其他实施例中,开关48设置在电路31和63之间。在其他实施例中,在电路31和63之间设置附加的类似开关,该开关对来自模块20的控制信号响应以与开关48一起或分别操作,这取决于控制器61在相关时间提供的功能或控制器61正被优化的操作参数。

[0137] 还应该理解,虽然开关48设置在图2中以提供在相邻驱动电路的正电轨之间的中断,在其他实施例中,所述或另一个开关被设置为替代地或附加地提供相邻驱动电路的负电轨之间的中断。

[0138] 控制器61也能够应用于例如电动车。即,电动机62用于向运输工具提供机车能量,电池8为运输工具的车载电池。在该实施例中,电容器65由诸如与电池8协作工作的一组超电容器的能量储存装置代替。在其他实施例中,可使用替代方案。模块20控制电路31、32和63的操作以提供所需的电压转换和/或电流整形/控制要求,包括蓄能器进行充电和放电的双向功率要求,同时保持运行电动机62以提供随时间一定变化的所需机车动力的能力。该功能包括,例如通过使开关48处于闭合状态,并且操作电路31、32和63将电动机62连接到电池8和超电容器组以允许汲取相当大的电流7,从而操作在第一状态。在电动机62被有源驱动以向运输工具提供机车驱动的期间,模块20能够通过使开关48处于断开状态并操作电路

32以及电路31和63其中之一或两者以允许从诸如电源15的外部电源对电池8(和能量储存器65)进行再充电,从而处于第二状态。在一些情况下,将电能转换回外部电源是有益的,例如,对于运输工具对一切(V2X)的操作。当控制器61在电动车中使用时,尽管以新方式配置,但是基本上仅利用车中现有的驱动电路来适应这些类型的充电和放电模式。例如,在V2X操作中,需要交流输出才能将电能回馈到电网(V2G),而直流输出可能有利于直接给可能耗尽电池能量的另一电动车辆充电(V2V)。在需要交流输出的情况下,控制器61包括额外的电路,这将在下面更详细地描述。

[0139] 控制器61非常适合用于电动车,因为它能够利用现有驱动元件的高额定功率来实现从高功率直流电源对车载储存器(电池8)的快速充电,同时使用最少的额外元件。通过包含具有整流器和/或逆变器的输入电路,控制器61也能够接收高功率交流充电电流-例如来自标准三相电网连接-并且将交流返回到外部源。在任何情况下,控制器61都使先前的电动车上所需的专用车载充电器变得不必要。

[0140] 应注意的是,对于控制器61的电动车应用,在具有接地电压的任何外部连接期间车辆的底盘应当接地,并且车载能量储存装置和车辆的底盘应当彼此电隔离。通常情况应该注意确保在任何车载能量储存器和车辆底盘之间存在最小的接地泄漏电流和/或电容。受益于本文的教导,本领域技术人员将理解,在所有实施例中,应使用符合实施本实施例的管辖领域中的相关标准的合适接地连接。

[0141] 参考图3,其示意性地示出了用于电动车(未示出)的本发明实施例,其中相应特征由对应的元件符号表示。在该实施例中,用于呈三相电动机72形式的感应负载的控制器71,具有处于Y形配置的三个线圈3a、3b和3c。控制器71包括输入电路75,输入电路75具有用于连接三相电网77的输入端子76。电路75包括滤波器78和双向反相器和整流电路79。这允许控制器71实现除上述的其他功率流之外的去往和来自电网77的双向功率流。应理解,当电能从控制器71汲取并提供给电网77和电能从电网77汲取并提供给控制器71时,端子11和12处的电压总是直流电压。

[0142] 图3中示出了由控制器71启用的六个能量/功率流,即三个双向流。即,控制器71提供了电设置在两个能量源(车载电池和外部电源)之间的全双向直流-直流转换器,以及任一电源和电动机之间的直流-直流、直流-交流或交流-直流转换器。

[0143] 控制器71利用三相电网连接,但应该理解,到电网77也可以使用单相连接或直流连接。图4和图5分别示出了后者的两个示例,作为控制器81和91。在图5的实施例中,利用驱动电路92来整流输入的交流电流。然而,在整流操作期间,电路92通过模块20(未示出)与电动机的线圈隔离,模块20使开关93保持在断开状态,如图5所示。由该整流产生的直流电流提供给驱动电路93,驱动电路93通过模块20将开关48保持在断开状态与剩余的驱动电路94分离,如图5所示。这允许使用两个线圈(如果有三个以上的线圈,则使用两个以上的线圈)来提供降压-升压功能。线圈对交流电流的整流无贡献。

[0144] 在一些实施例中,控制器能够接收来自电网77的单相或三相电能。然而,在其他实施例中,仅能够从电网77获得或提供单相电能或三相电能。在其他实施例中,直流电能能够从电网77获得并提供给电网77。

[0145] 图6示出了本发明的另一实施例,其中相应特征由相应的元件符号表示。更具体地说,用于呈电动机72形式的感应负载的控制器101具有三个驱动电路102、103和104,它们分

别具有正电轨105和负电轨106、正电轨107和负电轨108以及正电轨109和负电轨110。电路102、103和104包括各自的成对开关,这些开关从模块20(未示出)接收控制信号以在任何给定时间确定开关的状态。在该实施例中,每个开关用IGBT实现,并且在晶体管的栅极接收控制信号。三相电动机的相位能够以三角形或Y形结构连接。

[0146] 当控制器101在第一状态下操作以驱动电动机72时,模块20提供控制信号给开关48,使其保持在闭合状态。因此,所有正电轨105、107和109是通用的,所有负电轨106、108和110是通用的,并且电路102、103和104中的开关状态被顺序地改变以提供所需的时序和电流电平以操作电动机72的三个线圈,从而产生用于电动车(未示出)的机车能量。当电动车不需要向电动机72提供驱动时,可以通过电路75将控制器101连接到电网77,并且控制器能够通过使开关48保持在断开状态而在第二状态下操作,如图6所示。结果是电源轨105和109保持正常,而电源轨107与那些其他电源轨断开。这允许电路103与电路102和/或104以及电动机72中的一个或多个线圈一起提供所需的降压-升压功能。操作电路102和104中的至少一个以提供从电动机72到端子5或6的电流通路,以允许充电电流流入电池8(和任何相关的蓄电池)。如果到电网77的连接具有足够的容量,则电路102和104两者可以同时提供从电动机72到端子5或6的电流通路,以增加或优化进入电池8的充电电流。

[0147] 从图6中可以注意到,对于电动车应用来说,在电源轨两端具有去耦电容是很常见的。在该实施例中,示出了在端子5和6两端的电容器(示为 $C_b$ )和端子11和12两端的电容器(示为 $C_r$ )。当用于电动车和具有这种电容器的其他应用时,本发明实施例结构的另一个优点在于所提供的降压-升压功能可用于从电池8和/或从电网77(或使用任何其他电源)对 $C_r$ 和/或 $C_b$ 预充电(或放电)。这种由模块20控制的降压-升压功能适应电路不同部分之间的任何电压差而不需要使用额外的保护电路,例如限流电路,以避免电容器 $C_r$ 和 $C_b$ 中的一个或两个处于低电荷水平时由浪涌电流造成的损坏。在这个实施例中, $C_r$ 被用作驱动电路的主体电容并且通过上述降压-升压功能被预充电。在其他实施例中,多个电容器和/或缓冲器和/或诸如一组超电容器的其他装置构成体电容并且可以分布在整个系统中。在故障情况下,控制模块可以利用降压-升压能力来快速释放体电容以符合适用于预期应用的任何标准和/或规定。

[0148] 现在参考图7,其示出了用于呈三相电动机122形式的感应负载的控制器121,该三相电动机122具有Y形配置的三个线圈123、124和125。端子5和端子6处的直流电源是电压为 $V_1$ 的电池8,端子11和端子12处的直流电源是电压为 $V_2$ 的可充电电源15。根据本文的教导可以理解的是,两种交流电源可以从各种各样的电源中选择。还可以理解的是,控制器121包括输入电路75(未示出)以允许经由端子11和端子12将电能传送至电网77和从电网77传出。

[0149] 在本实例中,控制器121是用于电动车(未示出)的车载控制器,模块20(也未示出)也起传递控制器121的所需操作的作用。当在第二状态下操作时,控制器121响应于多个输入(模块20用其生成控制信号)来执行图8中列出的步骤。在这些步骤之后,由模块20执行存储在本地存储器中的软件,包括获取关于控制器121当前操作参数的信息(包括当前电压,例如 $V_1$ 和 $V_2$ ,以及如电流7、9、13、35和58等)。在包括一个以上感应线圈的实施例中,通常使用更多电流传感器以对系统进行更精确的控制。类似地,在包括一个以上电源轨中断的实施例中,通常使用更多的电压传感器。图8的控制策略被简化以简明地说明能够在第二状态下操作的一种控制方法,但其他控制方法也是可能的。该控制方法还负责未显示的一些操



作,例如安全检查和测量,这些操作可包括多级冗余。在一些实施例中,这些冗余措施采取包括反馈回路和/或人工输入的硬件或软件冗余的形式来补充控制操作。例如,在控制方法进入图8所示的第二操作状态之前,该反馈能够包括来自充电插头和人为驱动的机械输入开关的冗余反馈。控制方法还能够包括符合应用的适用标准和/或规定的其他特征,诸如在汽车应用中使用的那些特征。在一些实施例中,该控制还对其他反馈敏感,例如通过与电网或接口插头通信而获得的反馈,以确定能够汲取或返回的最大可允许功率电平。本领域技术人员将理解的是,所示的控制策略能够基于本申请的要求来扩展或缩小。

[0150] 在电动车不需要电动机122提供机车驱动的情况下,模块20使开关48处于断开状态。如果有直流输入电压(例如,电源15是来自输入电路75的经整流交流电压,或者当PV阵列的输出被连接的情况),则存在于端子11和端子12之间。

[0151] 尽管在本实施例中,电路75(未示出)的端子76接收来自电网77的交流电压,但在其他实施例中,端子76连接到一个直流电源,例如用于电动车的专用直流充电站。在其他实施例中,端子76连接到未经调节的直流电源,例如并网双向电池存储单元。在其他实施例中,输入电路75设计为接受高压直流(HVDC)电力传输线的电压要求或与其接口,或导出。因此,在本实施例中,输入电路75被配置为响应于端子76处的直流电压的任一极性,以在端子11和端子12之间提供一致的直流电压极性。当生成电流58时,模块20响应于端子76处的直流电压的极性,以确定需要供应给输入电路75的控制信号。

[0152] 在步骤126,模块20响应于相关输入(最显著的是电池8两端的电压-图7中为 $V_1$ -和端子11与端子12两端的电压-图7中为 $V_2$ )以确定所需调节的性质,从而向电池8提供所需电荷。这包括操作驱动电路来提供升压模式,降压模式或升降压模式,这将在下面更详细地描述。一旦模块20确定了所需模式,就将在步骤127发出控制信号以实施所选择的模式,同时还调节所提供的充电电流。保持该操作直到模块20在步骤128评估电池8已充电。

[0153] 再次参考图7,其示出当第一能量源从第二能量源充电时,控制器121在第二状态下以降压模式进行操作。即,模块20检测到 $V_1 < V_2$ ,并发出控制信号以建立从端子11和12到端子5和6的电流通路以提供所需的充电电流。在图7中,这些电流流动表示为叠加在示意图上的粗线,其中实线表示电流通路中连续的(尽管是变化的)直流电压电平,虚线表示电流通路中切换的直流电压电平。控制器121包括第一驱动电路131,其具有分别连接到正电轨135和负电轨136的两个MOSFET133和134;第二驱动电路137,其具有分别连接到正电轨141和负电轨142的两个MOSFET139和140;以及第三驱动电路143,其具有分别连接到正电轨147和负电轨148的两个MOSFET145和146。

[0154] 当在第二状态下以降压模式操作时,模块20向开关48提供控制信号以保持其断开状态,然后向所有MOSFET133、134、139、140、145和146的栅极提供控制信号。选择提供至MOSFET的控制信号以确保这些单独的MOSFET特定地且整体上共同地操作以提供所需的降压功能。例如,提供给MOSFET134和146的控制信号将保持非导通状态,从而防止通过这些MOSFET建立到相应电源轨136和148的电流通路。提供至MOSFET133和145的控制信号也用于将这些开关保持在其断开状态(即,MOSFET本身不导电)。然而,由于这些MOSFET包括体二极管,因此建立了到相应电源轨135和147的电流通路。提供至MOSFET139的控制信号为脉宽调制(PWM)信号。即,虽然通过MOSFET139的电流路径将被分段(由于PWM控制信号),但由于电流通路包括电动机122的三个线圈,当以连续导通模式(CCM)操作时,MOSFET139下游的指示

电流通路中的电流将是连续的(尽管可变)。提供至MOSFET140的控制信号使该开关保持其断开状态。因此,MOSFET没有完全的导通。然而,当MOSFET139切换至OFF并进入断开状态时,由于所指示的电流通路中线圈的感应效应,电流将通过MOSFET140的体二极管被汲取。这提供了MOSFET139和140的异步操作。在其他实施例中,MOSFET140被提供有PWM控制信号,这些PWM控制信号与提供至MOSFET139以使得那些MOSFET能够同步操作的PWM控制信号相逆。或者,在一些实施例中,将MOSFET133和145用于提供同步操作并减小它们各自二极管的正向传导损耗。

[0155] 在其他实施例中,模块20提供控制信号,使控制器1在CCM以外的其他模式下工作。该其他模式包括不连续导通模式(DCM)或其他混合模式,例如伪连续导通模式(PCCM)。在一些实施例中,单独的感应线圈与其他线圈处于不同的导通模式。

[0156] 在进一步的实施例中,与开关48类似的另一个开关设置在电源轨135和147之间,用于响应于来自模块20的控制信号以允许这些电源轨选择性地连接和断开。这就实现了多相降压转换,其中PWM控制信号被提供至MOSFET139和145的任一或两个栅极。

[0157] 在图7提供的实例中,降压电感量是电动机122各个线圈的单独相电感量的1.5倍,而升压电感量是各相电感量的1.5至2倍。如果将图7中线圈的Y形配置替换为三角形配置,则降压电感量相当于各线圈电感量的一半,并且升压电感量在各相电感量的0.66至1倍之间。因此,可以得到一种降压和升压电感量介于各相电感量的一半和两倍之间的配置。

[0158] 在使用Y形配置并且开关48位于电源轨135和147之间的其他实施例中,降压和升压电感量是单独相电感量的1.5至2倍。在于开关48位于相同的交替位置并使用三角形配置的实施例中,降压和升压电感量是相电感量的0.5到0.66倍。

[0159] 不同的降压、升压或降压-升压电感量以及通过模块20(未示出)控制的驱动电路的切换频率能够基于任何给定时间的功率负载需求来优化。系统架构能够基于所连接的能量储存装置的预期电压,所需的直流-交流转换的功率以及第二输入处的电源的电压来优化。在从电网充电的电动车的应用中,基于车载电池电压,充电功率能力和将要部署车辆的本地电网电压对系统架构进行优化。该系统架构优化通过组件选择,开关48的布置选择,电源轨中断开关的数量,电动机的Y形或三角形线圈配置以及模块20采用的开关控制方法和频率来实现。在一些实施例中,组件选择受到电压和/或电流携带能力,上升/下降时间,开关频率,导通电阻,功耗,质量,成本或取决于所讨论的组件的一系列其他措施的影响。还可以在控制策略中实施优化,从而管理和/或均匀分布组件应力,从而延长关键组件的预期寿命。类似地,系统能够基于故障模式和影响分析(FMEA)进行优化,从而提高操作安全性并符合所有适于预期应用的标准和/或法规。例如,在一些实施例中,希望实现具有短路故障模式的特定类型的开关48,使得电动机在第一状态下操作时不会在故障状态下中断操作。

[0160] 在其他实施例中,使用正电轨上的多个中断-即断开-以使得在任何给定时间能够选择多个降压或升压电感中的一个来启用可变电感,从而提高控制器在不同电压、负载水平和充电电流流向下的效率。

[0161] 在其它实施例中,通过使用开关机构使得所连接的电动机或多相负载能够按需按Y形,三角形和/或其他配置之间进行改变。

[0162] 现在参考图9,其示出当第一能量源被第二能量源充电时,控制器121在第二状态下( $V_1 > V_2$ )以升压模式进行操作。在本实施例中,升压模式通过模块20将MOSFET139保持在闭

合或导通状态,并将PWM控制信号施加到MOSFET134和146的栅极来实现。为了在指示的电流通路中获得可变电感,MOSFET134和146一起或单独进行操作。优选地,为了减少谐波并且具有更标准的电流汲取,MOSFET134和146以相移操作或反相进行操作。由电动机122的线圈提供的电感将推动电流通过MOSFET133和145的体二极管以对电池8充电。

[0163] 现在参考图10,其中控制器121示出为在降压-升压模式下操作。这种模式通常发生在 $V_1$ 和 $V_2$ 的值较接近时,并且充电过程中两者的变化可能使这些值彼此交叉多次。在本实施例中,通过模块20向MOSFET139(降压开关)的栅极和MOSFET134和146(升压开关)的栅极提供相应的PWM控制信号来实现从 $V_2$ 对 $V_1$ 进行充电的升降压模式。为了在这些开关的导通阶段增加或保持最大电流,模块20同时控制降压和升压开关,使得当MOSFET134和146闭合时,MOSFET139也闭合。MOSFET139的降压操作也能够用于减小在升压阶段中施加的电流。MOSFET134和146能够以相移操作进行操作,并且能够切换(取决于开关类型)MOSFET133和/或145以降低正向压降。在切换MOSFET133和/或145的情况下,MOSFET139也优选地反向切换以防止反向电流流动。MOSFET140能够反向切换以提供同步降压操作,并减少MOSFET140的体二极管的正向传导损耗。

[0164] 应该理解的是,这种降压-升压模式能够输入只降压模式或只升压模式的周期以实现期望的充电性能。

[0165] 还应该理解的是,在第二状态下,控制器121能够充当四开关非反向级联降压-升压转换器,从而对于这种或类似的拓扑使用任何已知的控制方法。

[0166] 本发明的实施例不仅适用于运输工具,而且适用于具有以下两者的任何应用:

[0167] ●一个或多个耦合的能量储存装置。

[0168] ●一个感应负载或能够连接到两个或更多电源/接收器的电动机。

[0169] 所述一个或多个耦合的能量储存装置通常从存储的能量中生成电能(电流),并且能够包括下列组合中的一个或多个:一个或一组电池;一个或一组电容器;一个或一组超电容器;一个或多个燃料电池;一个或多个动能回收系统等。

[0170] 该电动机通常通过一个插头和/或缆线连接到外部电源。但在其他实施例中,可使用无线电能传送。

[0171] 现在参考图11,其示意性示出了用于呈三相电动机162形式的感应负载的控制器161。该控制器161与图6的控制器101类似,其中相应的特征由相应的元件符号表示。在图11中,控制器161配置为与电网77连接,电网77提供交流电源电能并且适应双向V2X操作。因此,将图6的三相整流器79替换为三相逆变器163。由模块20(未示出)通过发布相关控制信号执行的控制策略与以上参考图10所述的相同,尽管电流反向且降压开关和升压开关也反向。

[0172] 控制器161的操作如下。首先,当开关48处于断开状态(如图所示)时,控制器161确定电池8两端的电压,即 $V_1$ ,是否高于预期的交流反相或直流输出电压的峰值。如果高于,模块20则发出控制信号,使得控制器161通过进入降压模式来提供V2X功能所需的电压。然而,如果 $V_1$ 小于期望的交流反相或直流输出电压的峰值,控制器161则通过进入升压模式来提供V2X功能所需的电压。如果 $V_1$ 接近期望的交流反相或直流输出电压的峰值,则能够通过控制器161在降压-升压模式下操作来实现V2X功能。

[0173] 在本实施例中,模块20响应于电压 $V_1$ 和 $V_2$ (如图所示)来确定控制器161所需的模

式。另外,使用电动机相连接上示出的电流表得出反馈回路,以允许模块20控制电路102、103和104,从而仔细调节这些线圈中的电流流动。在其他实施例中,模块20利用取代上述输入或除上述输入之外的其他输入来导出控制信号。

[0174] 当控制器161从 $V_1$ 到 $V_2$ 在降压模式下操作时,模块20将PWM信号形式的控制信号施加到开关 $Q_3$ 和/或 $Q_5$ (下文表示为“ $Q_{3/5}$ ”)的栅极。由于电压 $V_1$ 高于 $V_2$ ,电流将通过 $Q_1$ 的续流二极管(FWD)。当 $Q_{3/5}$ 从闭合状态切换为断开状态时,电流因电动机162中的电感而继续流动。当 $Q_{4/6}$ 反向切换到 $Q_{3/5}$ 时,该电流能够由 $Q_{4/6}$ (在使用异步操作时)或 $Q_{4/6}$ 的续流二极管(FWD)提供(当使用同步操作并且开关类型允许双向操作时)。

[0175] 当控制器161以升压模式运行时,模块20发出使 $Q_{3/5}$ 持续闭合的控制信号。模块20以PWM信号的形式向开关 $Q_2$ 的栅极发出另一个控制信号。

[0176] 在其他实施例中,在开关48分别位于电路102和104的正电轨105和109之间(即,在 $Q_2$ 和 $Q_5$ 之间)的情况下,能够通过将PWM信号施加到 $Q_2$ 和/或 $Q_4$ 的栅极来实现多电感升压模式。

[0177] 当控制器161在升降压模式下操作时,模块20将PWM信号形式的控制信号施加到降压开关 $Q_{3/5}$ 和升压开关 $Q_2$ 的栅极。这一模式下的降压操作可以同步或异步执行。

[0178] 如果有多个相位可用并且在这些相位的电源轨之间使用一个或多个额外开关48,则能够实现多个降压或升压电感。类似地,如果能够按需在三角形和Y形配置之间改变相的配置,则也可实现其他电感。

[0179] 当以上述任何一种模式操作时,直流电压将在 $C_r$ 两端的端子11和12上产生。模块20一旦评估电压已经达到预定电平,就向反相器163发出控制信号,将电压以所需电压和频率反转为单相或三相交流波形。或者,如果电网77确定一个直流电网,则模块20向逆变器163发出控制信号以进行操作,从而将任何极性的直流电传递到输入端76。

[0180] 当控制器161(特别是模块20)将电路163操作为双向整流器/逆变器时,可实现能够在电池8充电期间提供主动整流的附加效果。即,除了提供充电功能之外,模块20还能够改善控制器161的功率因数并减少产生的谐波。为了实现非常低的谐波并接近单位功率因数,和/或满足THD要求,在有源整流器/逆变器163和电网77之间采用滤波器78。在一些实施例中,滤波器78在其输入处包括一个或多个电感器。这些电感器也可以作为整流器输入端的单个相位升压电感器。在本实施例中,滤波器78是无源滤波器,但是在其他实施例中也可以使用有源滤波器。在进一步的实施例中,使用不同的滤波器和/或整流器/逆变器,它们并非都与控制器的全双向操作兼容。

[0181] 还应该注意的是,虽然上述实施例使用电动机的电感来提供各种有利的功能,但是也可以额外地操作控制器从而不使用电动机电感。例如,在一些实施例中,控制器允许外部直流电源(例如外部直流充电器)绕过电动机的电感对电池直接充电。这使得所得到的控制器可以前瞻性地或者回顾性地完全兼容更大范围的充电方法和硬件。

[0182] 上述驱动电路的电源轨的选择性连接和断开也扩充了额外的设计自由度,并且获得了更多新的组合和优点。例如,通过使用多路双向降压-升压功能,可以将一个或多个超电容器组合并到电动机控制器中以帮助处理高功率瞬变,或将低峰值功率电池化学成分用作主要的能量累积器。在电容器(或超电容器等)中存储的能量由下式确定:

$$[0183] \quad E = \frac{1}{2} CV^2$$

[0184] 为了从电容器中提取最大能量,电容器电压需要尽可能多地发生改变。因此,发明人发现通过将电容器装置与本发明实施例中使用的双向降压-升压功能相结合可产生相当多的优点。即,这些降压-升压功能不仅适用于宽范围的电压,还适用于控制器不同部分的不同电压。图12提供了采用该设计自由度的控制器的一个实例,其中相应的特征由相应的元件符号表示。在本实施例中,用于电动车(未示出)的控制器171不仅调节提供给三相Y形配置的电动机172的驱动,还调节一组电池8和一组超级电容器173形式的车载直流电源的电能传送(充电和放电)。在电动机172没有用于推进车辆的那些时间段-例如,当车辆在交通信号灯前停止时,驱动电路汲取的电流7实际上为零-模块20(未示出)能够向开关48发出控制信号以使其更多地处于断开状态(如图所示),并且发送至三个驱动电路中的开关以允许从超电容器173汲取电流以产生通过端子5和端子6提供的电流9,从而增加电池8的充电量。如果由超电容器173提供的端子11和12两端的电压降至端子5和6两端的电池电压以下,则模块20生成控制信号至驱动电路以提供升压功能。模块20一旦确定电池8完成充电,就生成控制信号,开关175响应于该信号暂时断开电池8与控制器171的其余部分的连接。在该配置中,模块20还能够通过使用从超电容器173直接汲取驱动电力的三个协作驱动电路使开关48进入闭合状态进而驱动电动机172。这使得由超电容器173提供的电压-乃至端子5和6两端的电压-逐渐下降。一旦该电压不再充分支持电动机172能量需求时,模块20将开关175切换至闭合状态(同时将开关176切换至断开状态),进而从电池8汲取电流7,使得电池8提供驱动电路所需的全部能量。

[0185] 电动车在电动机提供机车驱动期间经历使用再生制动的减速阶段是不常见的。在一些实施例中,当电动机172在驱动周期与再生制动周期之间转换时,模块20改变开关175和176的状态,使得电池8再次与控制器171的其余部分断开,并且将由电动机172产生的再生制动电流引导到超电容器176中。这利用了超电容器的高功率能力。如果模块20评估超电容器173达到满充电状态,则发出控制信号将再生制动电流引导至电池8。在任一种情况下,如果在该制动之后车辆完全停止,则模块20再次使用上述升降压模式来进一步从超电容器173对电池8进行充电。

[0186] 在一些实施例中,模块20用于在超电容器173两端保持预定的最小电压以预留车载能量的存储,进而提供电动机172的峰值功率需求。在本实施例中,一旦超电容器173两端的电压在提供该峰值功率需求之后下降到预定最小值以下,则将部分或全部开关176(在图11中示例性地示为MOSFET装置)切换至断开状态以调节流入超电容器173的电。当电动机172的功率需求较低或为零时,这种电能优选地进入超级电容器173。单独地,开关175能够脉冲-即,响应于由模块20提供的PWM控制信号,在断开与闭合状态件切换-形成斩波电流7以补充在任何峰值功率需求期间由超电容器173(通过驱动电路)提供给电动机172的电流。

[0187] 在一些实施例中,优选的是在车辆静止时使超电容器173完全充电,以准备与车辆从静止加速相关的预期的高或峰值功率需求。这是因为电容器通常具有比常用电池化学组合物更高的功率密度和更低的能量密度。在这种情况下,通过闭合开关176和断开开关175,将从再生制动恢复的能量-即,在车辆减速期间从动能转换成的电能-存储在超电容器173中。如果在该恢复操作期间,超电容器173完全充电,则开关175能够闭合并将随后供应的任

何能量引导到电池组8中。如果动能已全部恢复而超电容器173仍未充满,则模块20(未示出)能够选择性地从电池组8对超电容器173进行充电。后者通过断开开关48并闭合开关175和176而启动。即,如上所述,模块20(未示出)切换相关驱动电路以选择性地实现降压、升压和升降压操作中的一个或多个。一旦超电容器173充电至选定的上限电平或者车辆需要产生牵引力,开关175断开且开关48闭合,使得电动机172仅依靠存储在超电容器173中的能量操作。一旦超电容器173放出预定量电能,开关175逐渐脉冲以提供来自电池组8的额外能量。也就是说,电动机在从超电容器173和电池组8中汲取能量。一旦超电容器173达到预定的最小电荷水平,开关176完全断开且开关175完全闭合,使得当前需要的所有能量均源自电池组8。滤波器电路也能够用来平滑因使用具有PWM的开关175和/或176的任何脉冲电流。

[0188] 超电容器173(或类似物)由于其高功率密度和对高充电和放电速率的耐受可用于进行快速充电。这一特点尤其适用于在使用期间频繁停靠的车辆应用,例如电动公交车。一旦停止,高功率直流或交流电源(通过输入电路75)即可对超电容器173快速充电。同时,模块20生成控制信号以操作控制器171的降压-升压能力进而向电池8提供补充电荷。对于使用直流电源的情况,优选地将其直接连接到端子11和12(或控制器171的一个或多个电源轨)以避免任何输入电路75的损耗。一旦充电完成或者车辆从充电点移动,超电容器173能够完全或部分地对电动机172供电。可选地或附加地,无论何时车辆停止且直到超电容器173耗尽或电压降低到预定最小值,超电容器173都能够通过控制器1的降压-升压能力继续对电池组8充电。一旦超电容器173在停止点之间耗尽,它们可从电池8充电或在再生制动期间通过电动机172充电。

[0189] 图13提供了使用超电容器的本发明的另一个实施例,其中相应特征由相应的元件符号表示。控制器181包括位于两个驱动电路之间的一组超电容器173,和响应于来自模块20(未示出)的控制信号的附加开关182。这使得控制器181在输入端子11和12处执行从外部源对超电容器173充电所需的功率和电压转换。超电容器173需以不同于端子11和12处的经整流的交流输入电压以及由端子5和6处的电池组8提供的电压进行操作。然而,在其他实施例中,超电容器173以与端子11和12或端子5和6处的电压中的一个类似的电压进行操作。当开关48和182处于断开状态,输入76连接到电网77且在端子11和12处提供充电电流13时,超电容器173能够以与电池8的充电不同的速率和不同的电压进行充电。在这个实施例中,开关176采用头对尾并联设置有内联二极管的两组IGBT的形式。该开关响应于来自模块20(未示出)的控制信号以帮助控制流入和流出超电容器173的电流。因此,电能/能量能够在十二个方向上以组合形式传送。即,在第一状态下,电动机能够通过超电容器173、电池组8和/或第二输入的任何组合进行供电或向其充电。在第二状态下,直流-直流电能/能量能够在电池组8、超电容器173和第二输入的任何组合之间双向传送。根据本文的指示可以理解的是,对于超电容器的位置或者多组超电容器或其他存储介质的使用,还可以有许多其他配置方式。

[0190] 图14示出了本发明的另一实施例,其中相应特征由相应的元件符号表示。在这个实施例中,用于呈开关磁阻电动机192形式的感应负载的控制器191包括五个开关 $K_1$ 至 $K_5$ ,其对来自模块20(未示)的控制信号响应,从而可选择地与电动机192的三个线圈的三个驱动电路之间的电源轨相连或断开连接。即,本发明的实施例还扩展至独立地具有驱动电动机线圈的电动机。在这个实施例中,各驱动电路包括一个H桥电路,用于将驱动电流提供至相

关线圈。在其他实施例中,使用一个不对称H桥电路。通过选择性地中断H桥电路之间的电源轨,有可能使用电动机192中的各个线圈来将可用的直流电源电压转换,使其串联或并联,或呈串联和并联的组合形式作用。当串联作用时,全部开关 $K_1$ 至 $K_5$ 处于如图所示的断开状态,通过控制器191以降压模式、升压模式或降压-升压模式独立操作每个线圈,电压从端子5和6转换到端子11和12,或相反。当从端子5和6的另一个直流电源15使电池8充电时,电压依次从 $V_2$ 转换至 $V_3$ 至 $V_4$ 至 $V_1$ 。随着控制器191内容纳不同电平的电压,额外的能量储存也能够在这些中间级别实现(例如,使用超电容器)。

[0191] 当并联操作时, $K_1$ 和 $K_2$ 闭合, $V_2=V_4$ 且 $V_3=V_1$ 。相应地,各降压、升压或降压-升压配置的输入和输出电压相同。这使得控制器191在特定充电要求期间提高效率和/或增加电能传送。

[0192] 虽然已经参考单相或三相实例描述了上述实施例,但将理解的是,本发明适用于具有不同数量相位的电动机。

[0193] 图15示出了本发明的另一个实施例,其中控制器201用于呈两个三相电动机202和203形式的感应负载。其他实施例中可以包括多于两个电动机。这个实施例中的两个电动机(或其他实施例中的所有电动机)能够用于提供电压转换和双向操作。由于用于各阶段电压转换的电源轨是并联设置的,因此充电功率能够随着各电动机及其相关驱动电路的添加而增加。在图15中,电动机202和203相连以允许高功率充电,因为这两个电动机和相关功率电子元件(即,相关驱动电路)能够用于调节两组端子之间的功率流。当成本重点考虑时,可使用用于两个电动机的驱动电路的相同电源轨开关48和182。在其他实施例中,相应电动机的驱动电路的电源轨不相连且包括其本身的电源轨断开开关,因此允许相应驱动电路和降压-升压功能独立地操作。

[0194] 在图15的实施例中,来自经整流的电网77的3相电能引起端子5和6处的直流电压,其由控制器201转换成超电容器173两端的电压和/或电池8两端的电压。控制器201能够双向操作以在端子11和12供应直流输出电压,或在输入76将该直流电压反向转换成交流信号(如果反相器整流器用于电路75)。

[0195] 在如图16所示的另一个实施例中,电动机203跨不同的去耦开关交错到电动机202,使得模块20(未示)能够控制这些开关以改变用于电池8和超电容器173充电/放电的电感量。

[0196] 图17示出了使用多个控制器和电动机且汲取两种形式的车载能量储存(如电池和超电容器)的实施例的串联形式。在用于两个电动机的控制器之间提供独立的电压,在该电压下操作如一组超级电容器的能量储存装置或另一个输入/输出端子以与外部源接口。在充电模式期间,高功率直流电源或经整流3相交流电源提供通过第一控制器转换并且转换到超级电容器上的输入电压。第二控制器能够将这个独立电压转换成第二电压以使电池充电。由于超电容器能够以高于电池的速率充电和放电,因此两个储存装置之间的充电和放电水平通常会有很大不同。该系统拓扑结构支持多种操作模式。例如,如果用于连接和断开电池的主开关处于断开状态(使得电池与控制器的其余部分隔离),两个电动机能够汲取储存于超电容器中的能量。如果主开关处于闭合状态,电动机能够从电池和超级电容器中的任何一个或两个中汲取能量。通过使用第二电动机提供电感量,超电容器能够用于继续对电池进行充电,或反之亦然,甚至在移除外部电源之后亦能如此。超电容器、电池或两者的



组合可用于提供车辆到电网 (V2G) 或直流输出操作。

[0197] 图17的控制器是示意性的,本领域技术人员将理解的是,为了清楚地示出整体构造和设计概念,省略了各种组件。本领域技术人员将理解的是,控制器在实现时能够包括其他组件以实现特定操作。

[0198] 在其他实施例中,可在独立电压下使用其他能量储存装置。在其他实施例中,另一交流或直流输入/输出端子位于改独立电压。这可以包括与另一个输入电路接口,如用于优化单相或三相交流电的整流。

[0199] 对于使用V2G功能的实施例和/或能够向电网提供益处的其他操作,优选的是使用高生命周期的能量储存介质,如一组超电容器等等,如图17所示的。这使系统能够为电网和/或用户提供益处,而不会明显损耗系统内的组件。这些益处能够发生在提供所连接的电网的任何一个或多个相的需求响应、电压和/或频率调节、减载和/或相平衡中。在本说明书中描述的控制器的实施例被配置为容易与超电容器等集成,并且在电池和/或超电容器和/或电网之间具有双向电压和功率转换,并且因此形成双向和/或V2G能力能够成为可行且潜在盈利的技术。

[0200] 现在参考图18,其中相应的特征由相应的元件符号表示。用于呈三相电动机222形式的感应负载的控制器221提供电能的双向转换。具体来说,控制器221包括两个以定距离间隔的开关48和182,用于两次中断正电轨。即,在第一状态中,三个驱动电路具有共同的电源轨并且操作一致,从而可选择地允许电流流过电动机222的线圈以在电动机中产生正或负转矩。然而,在第二状态中,三个驱动电路每个都能够彼此隔离以实现在输入电路75中使用另外的单向整流器的双向降压-升压转换器。在这个实施例中,输入电路75是单向的(在一些实施例中是优选的)以使得控制器221以高功率因数和低总谐波失真 (THD) 从电网77汲取正弦输入电流。如图18所示,IGBT  $Q_7$ 至 $Q_{12}$ 以及相应的内联二极管的串联配置确定六个单向开关,所述开关能够由模块20控制为降压开关,从而控制通过输入电路75从电网77的每个相整流的电流。这在使电池8充电时为控制器221提供更大的电流控制。然而,当控制器221以双向能力作用时,不提供用于V2G操作的电流路径。相反,为了将电流供应回电网77,电路75内的两个电源轨223和224的极性与电池8的极性相反。

[0201] 在第二状态(在这个实施例中,其确定了电池8的充电模式)期间,开关48和225以及MOSFET  $Q_{13}$ 处于断开状态,而开关182和226以及MOSFET  $Q_{14}$ 处于闭合状态。在降压操作期间, $Q_1$ 用作降压开关, $Q_2$ 用于同步操作。在升压操作期间, $Q_4$ 和 $Q_6$ 切换。在另一个实施例中,在升压操作期间,开关48处于闭合状态,开关182处于断开状态,MOSFET  $Q_1$ 和 $Q_3$ 用作降压开关,而MOSFET  $Q_6$ 用作升压开关。

[0202] 在双向V2G操作期间:开关48、182、226和MOSFET  $Q_{14}$ 处于断开状态,而开关225和MOSFET  $Q_1$ 、 $Q_2$ 和 $Q_{13}$ 处于闭合状态。MOSFET  $Q_5$ 和 $Q_6$ 分别用作降压和同步降压开关,而MOSFET  $Q_4$ 用作升压开关。开关48和MOSFET  $Q_1$ 、 $Q_2$ 和 $Q_{13}$ 用于调换电源轨223和224的极性,使得电路75能够将交流输出反向输出到电网77中。在第二状态期间,当端子11和12从电网77汲取电流时,MOSFET  $Q_{13}$ 和开关48和182中的任一者/两者处于断开状态,MOSFET  $Q_{14}$ 处于闭合状态,使得端子6通过 $Q_{14}$ 与轨224相连。在第二状态期间,当端子11和12从电网77汲取电流时,MOSFET  $Q_{14}$ 和开关48和182中的任一者/两者处于断开状态,MOSFET  $Q_{14}$ 处于闭合状态,使得端子5通过 $Q_{14}$ 与轨224相连。MOSFET  $Q_1$ 和 $Q_2$ 处于闭合状态,使得端子6与端子11功能性相连。



这个操作反转了相关端子的极性,并允许电路75的单向开关反向在端子11和轨224处接收的直流电力,并将该反向电力提供给电网77。开关225用于控制流入和流出内联电容器227的充电和放电电流。该电容器用作去耦电容器和能量储存缓冲器,以便在V2X操作中使能量反向。

[0203] 当电路75执行从电网77汲取的电流的整流时,开关225处于断开状态,使得电动机222的电感量能够用于有利地控制输入电流,从而确保从电网汲取正弦电流。在双向操作期间,开关225处于闭合状态,使得电容器227储存并平滑化降压-升压电压,从而为电路75提供更稳定的电压以进行反向并供应给电网77。

[0204] 在另一个实施例中,在电路75中有另一组单向开关(具有相应内联二极管的IGBT)与IGBT  $Q_7$ 至 $Q_{12}$ 相反配置(即,面对相反的极性),从而提供直流电流路径而不调换轨223和224的极性。

[0205] 具有开关48和182形式的两个电源轨中断允许实现可变降压和/或升压电感值,以在不同的功率和电压水平下提高控制器221的效率。在充电模式中,例如如果开关48处于断开状态,开关182和226处于闭合状态,则电动机222的Y形线圈提供的降压电感量是线圈各个相电感量的1.5倍。如果开关48处于闭合状态,开关182处于断开状态,则降压电感量能够被配置为相电感量的1.5至2倍。具有两个可独立驱动电源轨中断(在这个实施例中呈开关48和182形式)还允许在中断之间产生的独立的电压。这允许将其他能量存储介质容易地集成在这些隔离位置处,如以上其他实施例所述。

[0206] 其他实施例的特征能够包括于图18的实施例中,如中性点的整流或超电容器的添加。例如,包括中性点的整流能够在与Y形配置的电容器网络(未示)互连的输入端76处与每个相位发生。然后,电容器能够连接于中性Y形点和与电动机断开连接的驱动电路的公共点之间。在这个特定实施例中,中性Y形点通过电容器连接于由 $Q_1$ 和 $Q_2$ 形成的驱动电路开关之间。在这个实例中,开关 $K_2$ 和 $K_4$ 持续断开(处于非导通状态),并且使用开关 $Q_3$ 至 $Q_6$ 起升降压功能。

[0207] 现在参考图19,其中相应的特征由相应的元件符号表示。用于呈三相电动机162形式的感应负载的控制器229在从第二输入源产生充电电流9的第二状态期间使用模块20(未示)作为磁能回收系统(MERS)工作。这个实施例是有利地将一个驱动电路的负电轨与其他输入或驱动电路的一个或多个负电轨断开连接的情况的示例。在第一状态期间,模块20发出信号以闭合开关48、175和231,并通过开关230将电动机相线圈与第一驱动电路102的中心抽头相连。在第二状态中,模块20发出信号以断开开关48、175和231,并通过开关230将端子5与第一驱动电路的中心抽头相连。在这个实施例中,开关231展示为具有FWD的MOSFET,控制器229允许MERS补偿系统围绕电容器232而形成,其中电感串联从电动机线圈输入。这会在电容器周围形成直流开关,以允许其可选择地包含在电路中以提供补偿并从MERS系统回收能量。通过线圈的电流能够进一步通过降压开关 $Q_1$ 的操作来调制。其他实施例使用其他系统,如具有内联反向阻塞二极管(未示)的有源整流器。升压功能能够通过闭合 $Q_4$ 并向开关231发出PWM信号来实现。在开关231断开周期中,通过线圈的电流必须继续流动,并因此将通过 $Q_6$ 的主体二极管对电池组8进行充电,除非电容器232被切换到电路中。在这个实施例中使用电压传感器以测量通过电容器232的电压。MERS系统能够用于帮助充电效率、THD、PFC和/或充电波纹电流。

[0208] 现在参考图20,其中相应的特征由相应的元件符号表示。更具体来说,示出了一种用于呈三角形配置的3相电动机251形式的感应负载的控制器250。控制器250使用模块20(未示)来控制通过一组无线耦合的换能器252的无线电能传送。在这个实施例中,耦合的换能器252呈第一和第二换能器的形式,各提供双向传送,其中车外换能器为嵌入桨状部分的单高密度线圈。在其他实施例中,车外换能器为嵌入道路表面下方的轨道环或一系列线圈。在这个实施例中,车外换能器通过交流-交流转换器253从单相或三相电网汲取能量,并产生高频交流信号。在其他实施例中,其他交流频率和转换器类型是可能的。在其他实施例中,转换器253为直流-交流转换器且输入源为直流电,如一组电池(未示)。由于电能传送是无线的,因此车载换能器能够与许多不同的车外换能器接口,包括同时接收来自多个第一换能器的无线传送。在这个实施例中,输入电路75包括一个由具有并联二极管的MOSFET组成的双向有源整流器-反相器。在其他实施例中,如本领域技术人员所理解,输入电路75包括过滤机构和/或有效地调整从车载换能器接收的无线电能所需的其他组件。当运输工具静止且处于第二状态时,所接收的无线电能能够通过使开关256保持导通状态并使开关48(未示)和/或开关182保持非导通状态并进行前述的降压-升压方法而用于对电池组8进行充电。类似地,由于输入电路75包含一个反相器电路,因此通过在车载换能器中生成高频交流电以将其传送到用于无线V2G操作的车外换能器来实现双向操作。在这个实施例中,当运输工具移动且使用电动机进行牵引力时,模块20保持开关256处于非导通状态,并且任何接收的无线电能能够整流到超电容器254。超电容器254中和/或外流动的电能够由开关255控制,在这个实施例中表示为具有FWD的单MOSFET。在其他实施例中,开关255和/或256可包含两个串联的IGBT,其具有带续流二极管的共同发射极或其他开关机构。在运输工具运行期间,模块20能够向开关256和/或255提供PWM驱动以可选择地对超电容器254进行充电或放电,和/或将无线电能发送至车载换能器/从车载换能器发送无线电能。当处于第二状态时,电池8能够通过前述降压-升压操作而对超电容器254进行充电,且反之亦然。在其他实施例中,耦合的换能器线圈由另一种无线传送方法替代,相应地,输入电路75适用于在第二输入端子11和12产生直流电压。在其他实施例中,耦合的换能器252由有线交流或直流电能传送机构替代,并且输入电路75和车外交流-交流转换器253相应地适用。在其他实施例中,可使用另一个车载换能器,使得第一车载换能器传送无线的、且因此隔离的电能至第二车载换能器。然后,该第二车载换能器能够为电动车的一般操作供应例如低压(LV)隔离的电源轨。该电源轨将取代专用的12伏或24伏车载电池或专用直流-直流隔离型转换器。在其他实施例中,第一和第二车载换能器形成一个变压器,其中第一和第二线圈卷绕一个共同的芯材料。在其他实施例中,多个线圈或换能器用于生成多个隔离的电源轨,和/或与外部装置的电耦合,能够实现多方向的电能流动。

[0209] 如本领域技术人员将会理解的,特别是根据本文的教导,来自任何一个实施例的特征和控制方法能够可选择地应用于一个或多个其他实施例的特征和方法并与其组合。从任何一个实施例中省略任何特征或方法仅仅是为了避免描述中的冗余,而不是暗示其他组合不可能。

[0210] 关于以上优选实施例和其他实施例。应该注意的是:

[0211] ●可以更换反相器或整流器,以调整或反向任意数量的电相位。

[0212] ●开关48(或类似开关)能够位于多个类似电源轨的任何两个之间。即,它可以位

于正或负电轨上。

[0213] ●取决于操作模式,多个(两个以上)开关(如开关48)可用于在不同点断开电源轨。

[0214] ●每个电源轨上都可以实现额外的输入/输出和/或能量储存装置,以便与其他电源轨断开连接。

[0215] ●能够在控制器中使用额外的或不同的传感器,以辅助控制模块在发出控制信号时的操作。

[0216] ●可提供多个电动机/反相器配置,包括每台电动机带或不带直流-直流隔离转换器的单相/多相整流。

[0217] ●能够使用控制器方法,所述方法使用不同配置中设置的一个或多个相位的各种感应负载,如三角形或Y形。

[0218] ●能够控制具有一个或多个电动机的一个整流器,以平整电流负载并减少谐波。

[0219] ●整流和功率因数校正能够在车外进行。在这样的实施例中,控制器通常控制充电电流并且进行压降、升压或降压-升压。

[0220] ●控制器能够被配置为符合每个阶段的需求响应、减载、相平衡和/或电压和/或频率调节。

[0221] ●控制器能够进行优化,以实现效率、成本、安全性、寿命、可靠性和/或功能等标准。

[0222] 本说明书中提及运输工具包括对陆基运输工具和诸如飞机和船只等其他运输工具的提及。陆基运输工具的典型例子包括插电式电动车和插电式混合动力电动车。这些电动车不限于汽车,还包括卡车、公共汽车、叉车、采矿设备、农业设备、休闲车等。

[0223] 尽管上面的实施例已经参考诸如电动机的感应负载进行了描述,但是其也适用于其他感应负载,例如电加热元件和具有电感的电流导体,或者应用于电动机与上述其他感应负载的组合。

[0224] 上述一个或多个实施例提供的主要优点包括:

[0225] ●能够从各种输入(包括另一直流电源、单相交流电源和三相交流电源)对可充电电源进行充电。

[0226] ●提供降压功能(其中第二电源电压高于当前电池/可再充电电源电压)和/或升压功能(其中第二电源电压低于当前电池/可再充电电源电压)以及两者的任意组合。

[0227] ●两个直流电源/接收器之间的双向直流功率流,双向具有降压和升压功能。

[0228] ●直流电源/接收器到直流和交流输入和输出的双向功率流。

[0229] ●除了运行和驱动电动机或其他感应负载所需的额外元件之外,需要较少额外组件。

[0230] ●允许使用三相电网交流电,将电动车的充电时间缩短至与3级直流快速充电相当的时间。

[0231] ●通过提供降压、升压和升压-降压功能实现通用部署。

[0232] ●适应各种输入电压和类型,包括典型电网基础设施电压,如110V、240V、480V三相等。

[0233] ●双向功能允许电动车的车到电网、车到车,车到家以及V2X支持。

- [0234] ●无需增加大型或昂贵组件,例如专用降压/升压电感器即可高效运行。
- [0235] ●与反相器/整流器耦合时,输入/输出成为通用交流输入或输出,或与极性无关的直流输入或输出。
- [0236] ●允许电压转换中的不同电感水平。即,能够有利地使用一个或全部线圈来实现一个或多个直流-直流转换。
- [0237] ●允许增加能量传送。
- [0238] ●允许多相负载和电动机的不同配置,如Y形或三角形配置。
- [0239] ●提高充电操作和电能转换的效率。
- [0240] ●允许减少直流充电电流中的纹波。
- [0241] ●降低电动车所需的整体电路的复杂性。通过消除对独立充电电路的需求,因为用于驱动电动机的相同电路用于对电池进行充电,控制器复杂度的小幅增加被抵消。
- [0242] ●适用于各种电动机和电机机械,包括有刷和无刷直流电动机、单相交流电动机、多相电动机(如感应电动机,异步电动机和永磁同步电动机)、开关磁阻电动机等。
- [0243] ●当用在独立卷绕的电动机(例如开关磁阻电动机)中时,能够有利地操作实施例以可选择地将线圈并联或串联。
- [0244] ●允许其他能量储存装置在不同的电压电平下充电/放电。即,它与超电容器、MERS等兼容。
- [0245] ●允许多个电压输入和输出,包括独立于输入电压和电池电压的电压输出。这通过允许驱动电路的电源轨之间的多于一个的分离来实现的。
- [0246] ●能够提供应用所需的不同电平的电源轨。例如,通过供应LV控制系统电源轨的能量需求来替代电动车的低电压(LV)电池或直流-直流转换器。
- [0247] ●通过提供与车载电池或可充电电源的直接连接而无需通过感应负载或电动机,即可与外部直流充电器相连。
- [0248] ●适用于不独立驱动每个线圈的电动机。即,实施例适用于单相或直流电动机,并且适用于其中各相以Y形或三角形配置连接在一起的三相电动机。
- [0249] ●避免在驱动电路中需要不对称的半桥。
- [0250] ●适用于多种电动机配置,并且可以串联和/或并联实现。
- [0251] ●能够调节大范围外部电源的双向功率流,包括单相或三相交流电网、高压直流输电系统、无线电能换能器、未调节的直流电能储存或外部直流充电器。
- [0252] ●能够调节外部电源的输入,以提供功率因数校正、负载平衡、需求响应、低谐波失真、最大功率点跟踪(MMPT)等。
- [0253] ●能够通过有线或无线电能传输与外部电源调节双向功率流。
- [0254] ●通过选择使用控制策略、开关频率和可变降压-升压电感能力,能够根据所需转换的电压和电能调整运行效率。
- [0255] ●能够根据位置和/或预期应用优化设计。
- [0256] ●通过将系统内多个转换器的功能合并到所提议的控制器的工作中,能够降低系统的成本、重量和组件数量。
- [0257] ●能够通过组件减少和/或优化来提高系统的安全性和可靠性。
- [0258] ●消除或减少用于电动车充电和/或V2X操作的外部充电站设备的需求。

[0259] 在上述实施例中提及的控制信号是由第一组件产生的并且第二组件响应进行预定操作、变为预定状态或以其他方式被控制的所有信号。控制信号通常是电信号,尽管在一些实施例中它们包括如光信号、热信号、声频信号等其他信号。控制信号在某些情况下是数字信号,而在另一些情况下是模拟信号。控制信号不必全部具有相同的性质,并且第一组件能够以不同的格式向不同的第二组件或相同的第二组件发出不同的控制信号。此外,控制信号能够被间接地发送到第二组件,或在被第二组件接收之前通过各种变换行进。

[0260] 将理解的是,上面的披露提供了用于包含一个或多个感应线圈的感应负载的控制器中的各种重要改进。

[0261] 应该理解的是,在本发明的示例性实施例的以上描述中,为了简化公开内容并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,本发明的各种特征有时被组合在单个实施例、附图或其描述中。然而,本公开方法并不意味着所主张发明所需要的特征比各权利要求中提及的特征多。实际上,如以下权利要求所示,发明方面的特征要少于上述公开的单个实施例的全部特征。因此,在具体实施方式之后的权利要求在此明确地并入本具体实施方式中,其中每个权利要求本身作为本发明的单独实施例。

[0262] 此外,如本领域技术人员将理解的是,尽管本文中描述的一些实施例包括其他实施例中包括的一些特征但不包括其他特征,但是不同实施例的特征的组合意味着在本发明的范围内,并且形成不同的实施例。例如,在以下权利要求中,任何要求保护的实施例可以以任何组合使用。

[0263] 本文中提供的说明书中阐述了许多具体细节。然而,应该理解的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践本发明的实施例。在其他情况下,公知的方法、结构和技术未被详细示出以免混淆对本说明的理解。

[0264] 类似地,应该注意的是,当在说明书和权利要求书中使用时,术语“耦合”或“连接”不应被解释为仅限于直接连接。可以使用术语“耦合”和“连接”及其派生词。应该理解的是,这些术语不是彼此的同义词。因此,表述“连接到装置B的装置A”的范围不应限于其中装置A的输出直接连接到装置B的输入的装置或系统。而是意味着在A的输出与B的输入之间存在路径,该路径可以是包括其他装置或构件的路径。“连接”意味着两个以上元件直接物理接触或电接触,或者两个以上元件彼此不直接接触,但仍然彼此协作或相互作用。

[0265] 因此,尽管已经描述了被认为是本发明的优选实施例的内容,但是本领域的技术人员将认识到,在不脱离本发明的精神的情况下可以对其做出其他和进一步的修改,并且意图要求所有这些改变和修改均落入本发明的范围内。例如,提供的任何公式或流程图仅代表可以使用的程序。可以从框图添加或删除功能,并且可以在功能框图之间交换操作。可以将步骤添加到本发明范围内描述的方法或从中删除步骤。

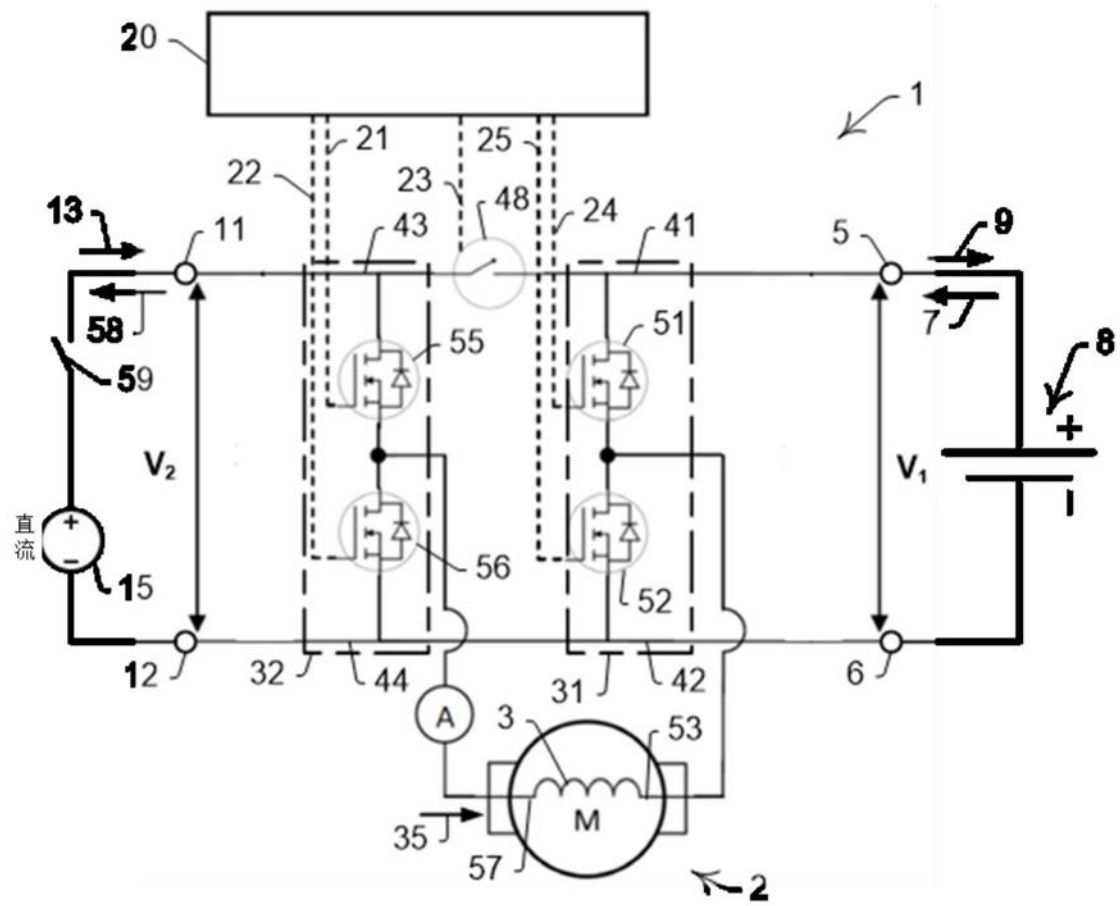


图1

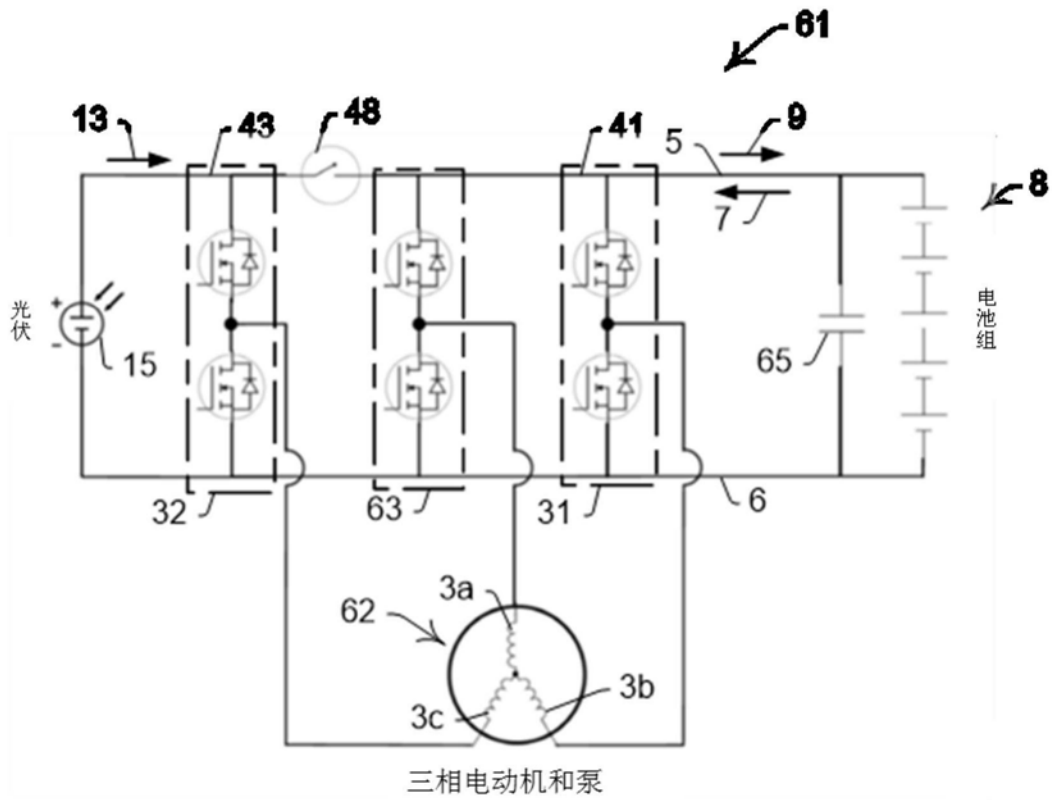


图2

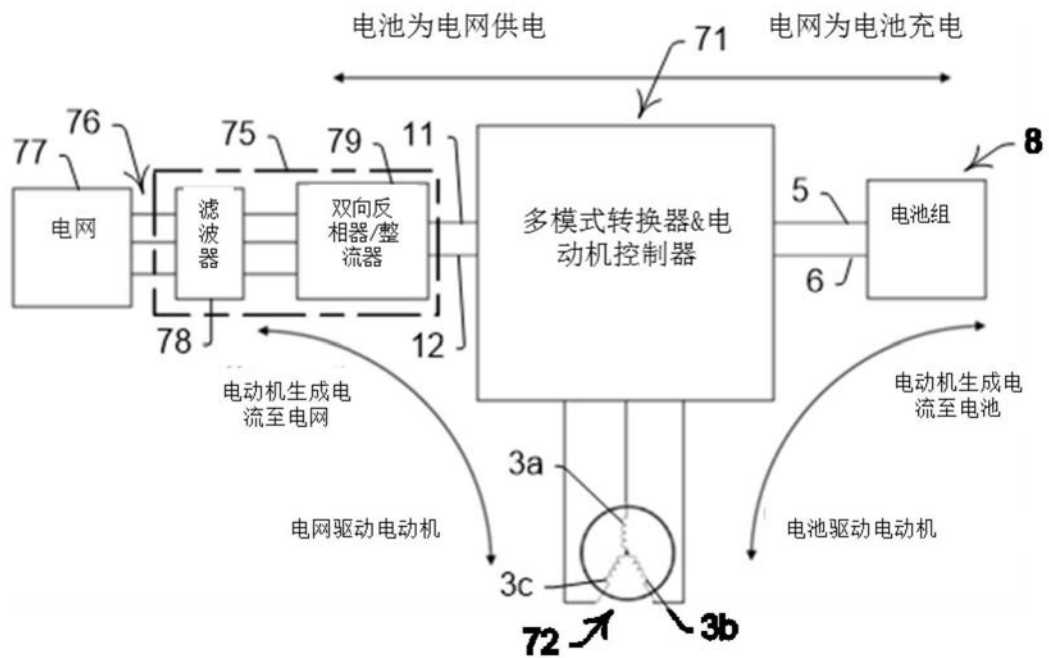


图3

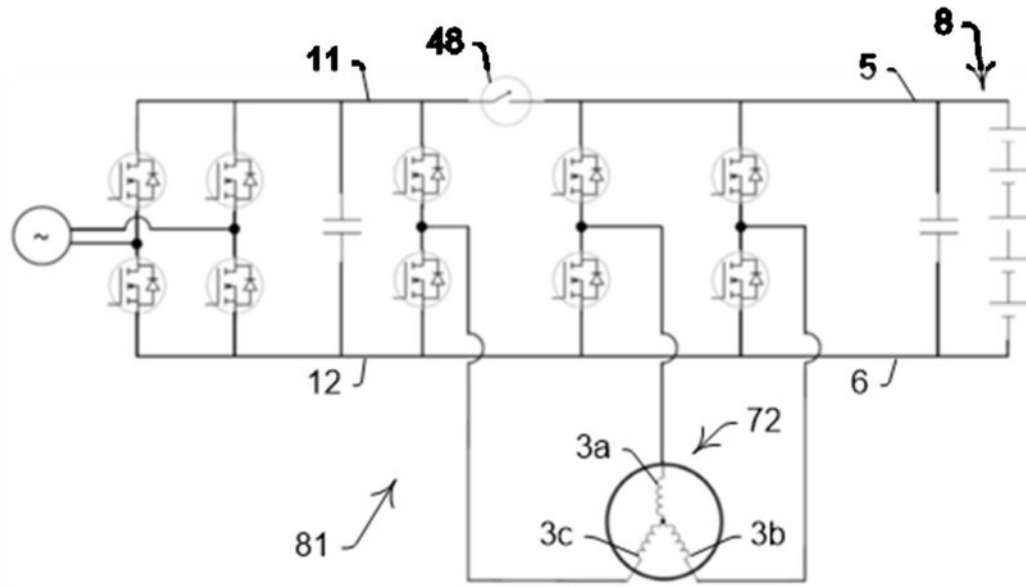


图4

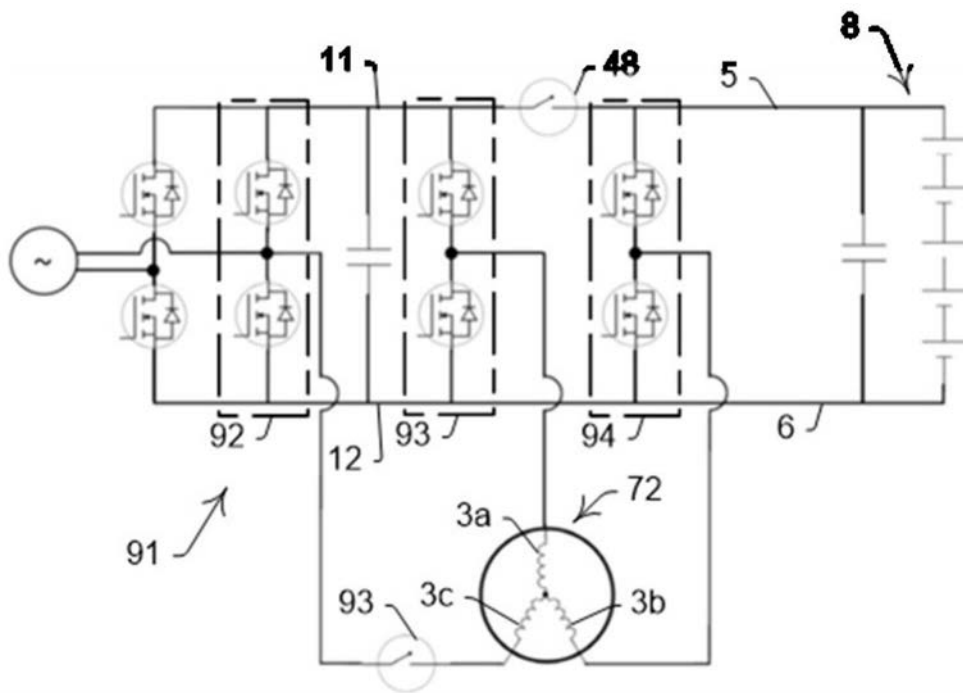


图5





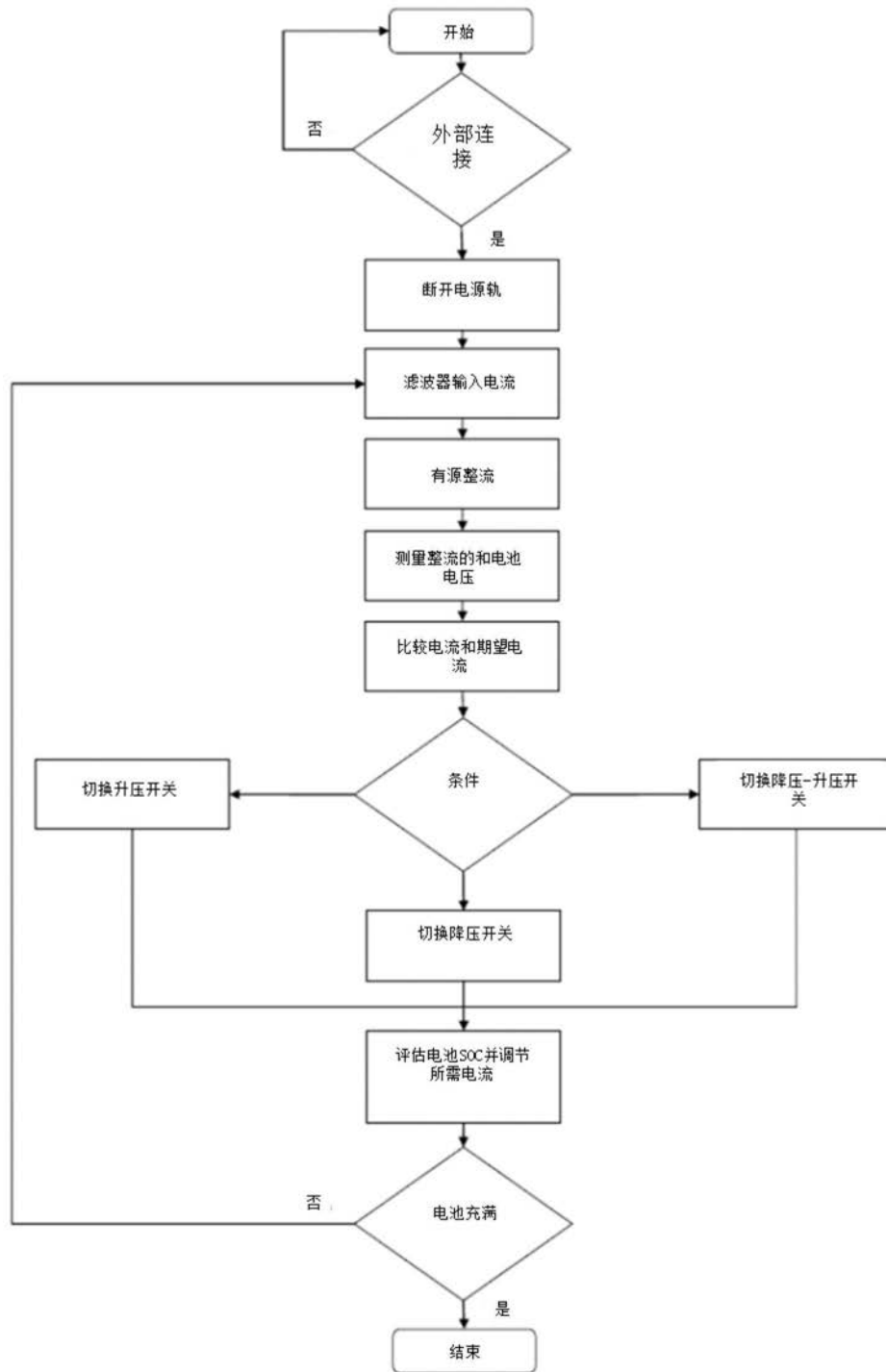


图8

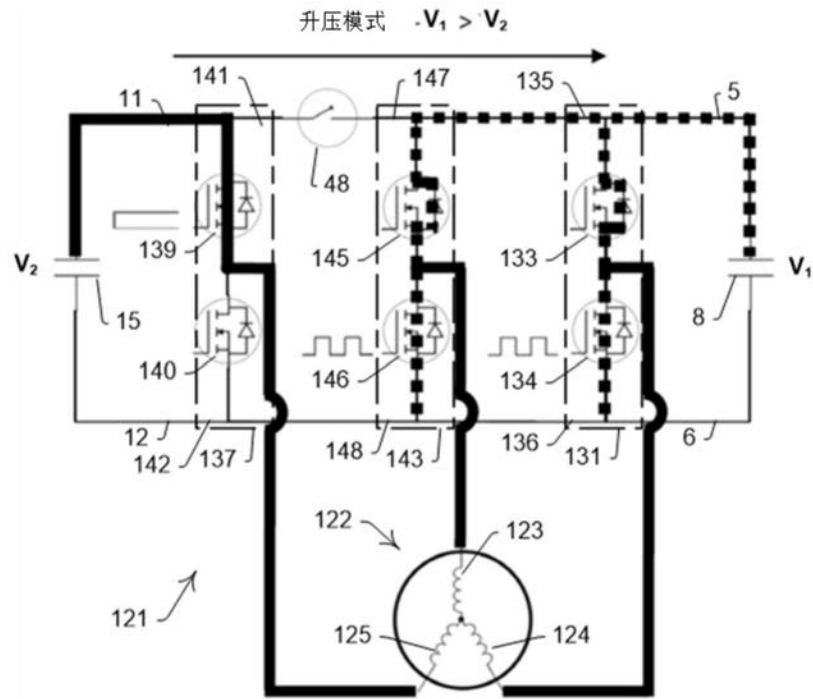


图9

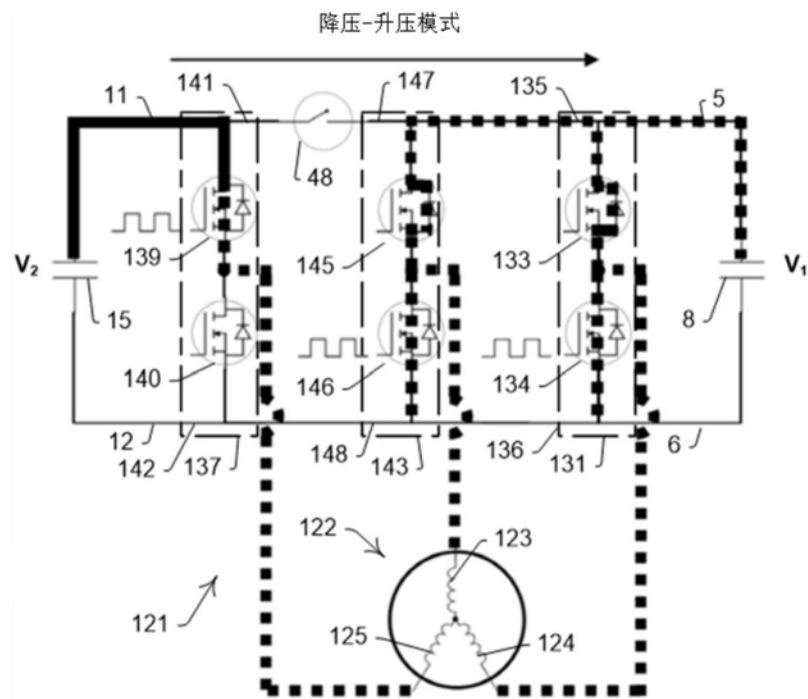


图10

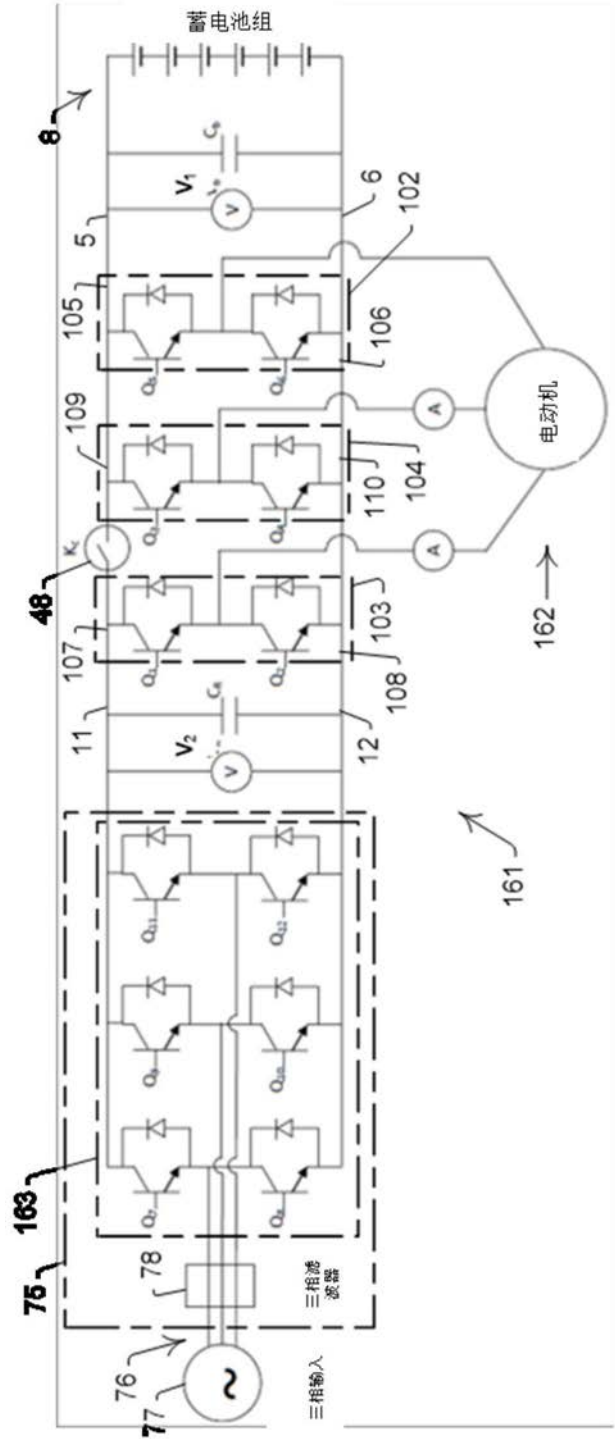


图11

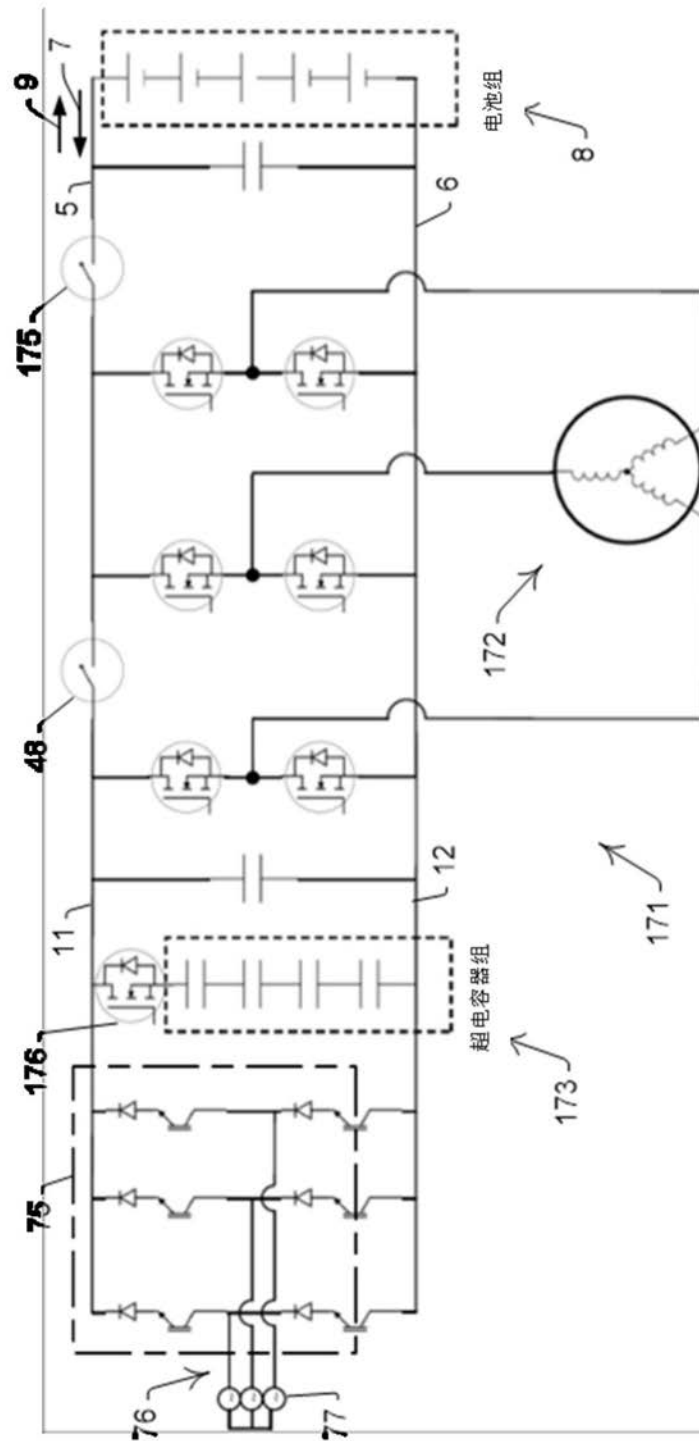


图12

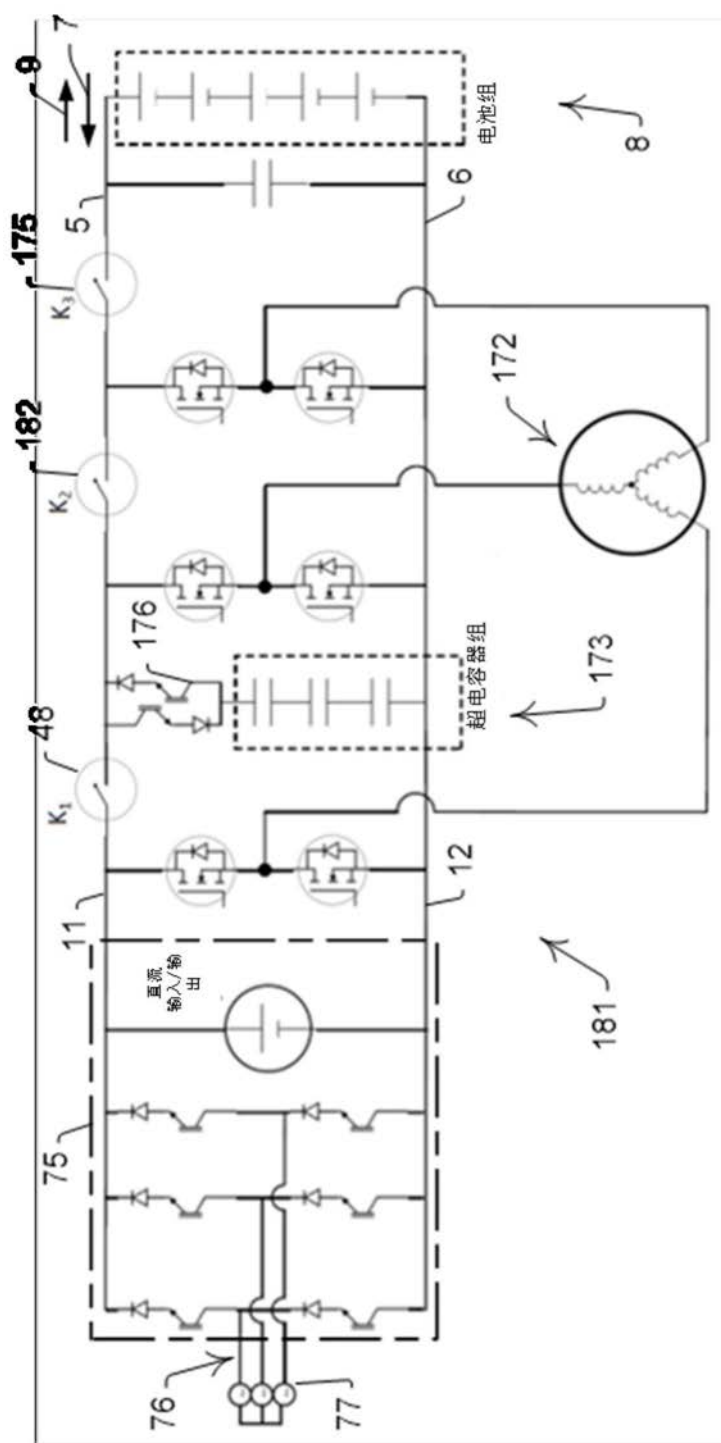


图13

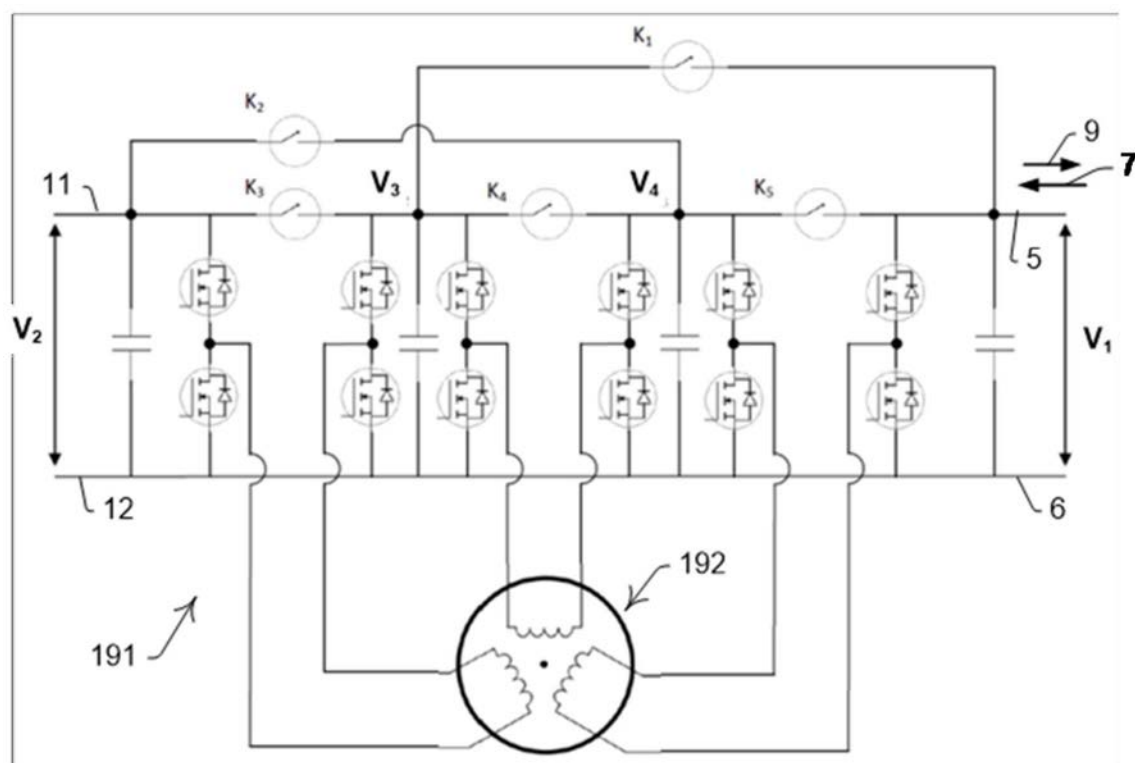


图14

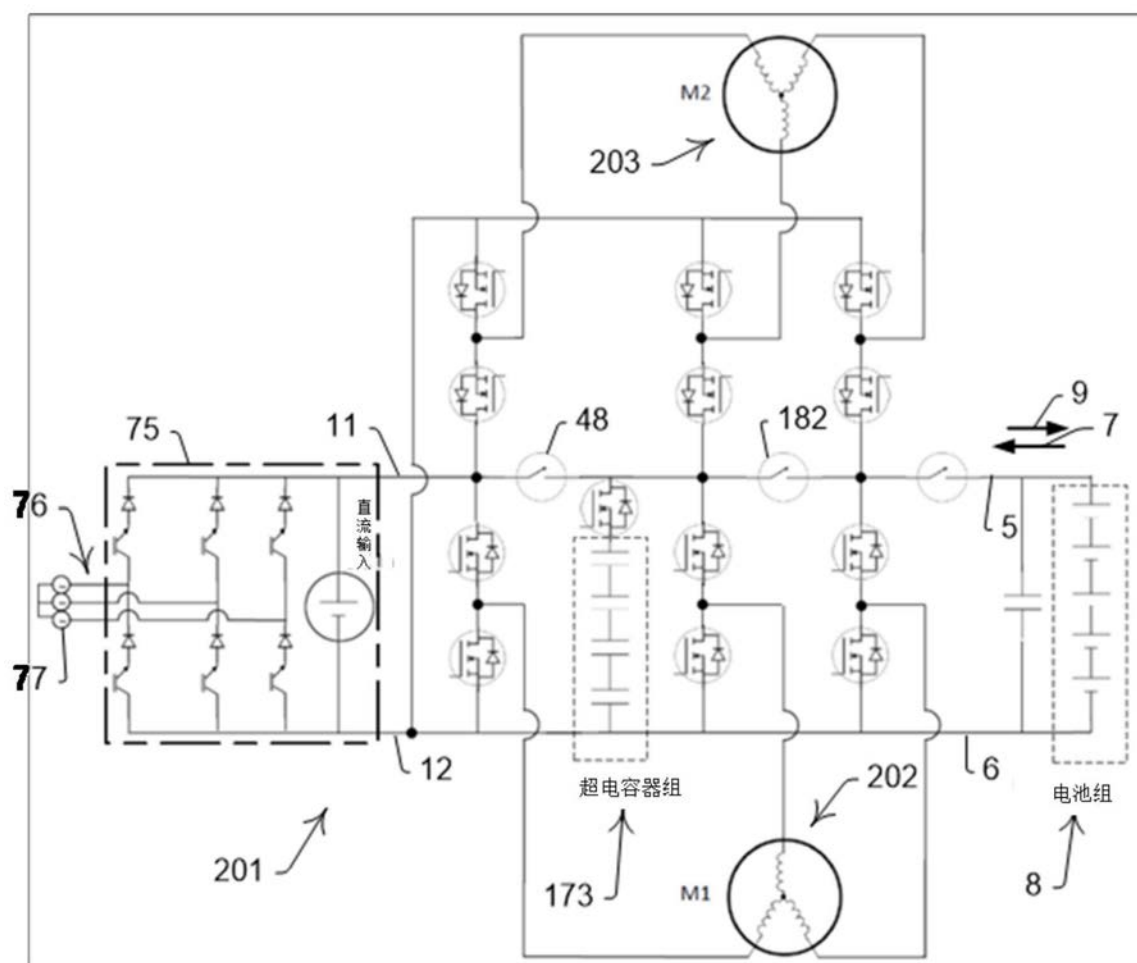


图15



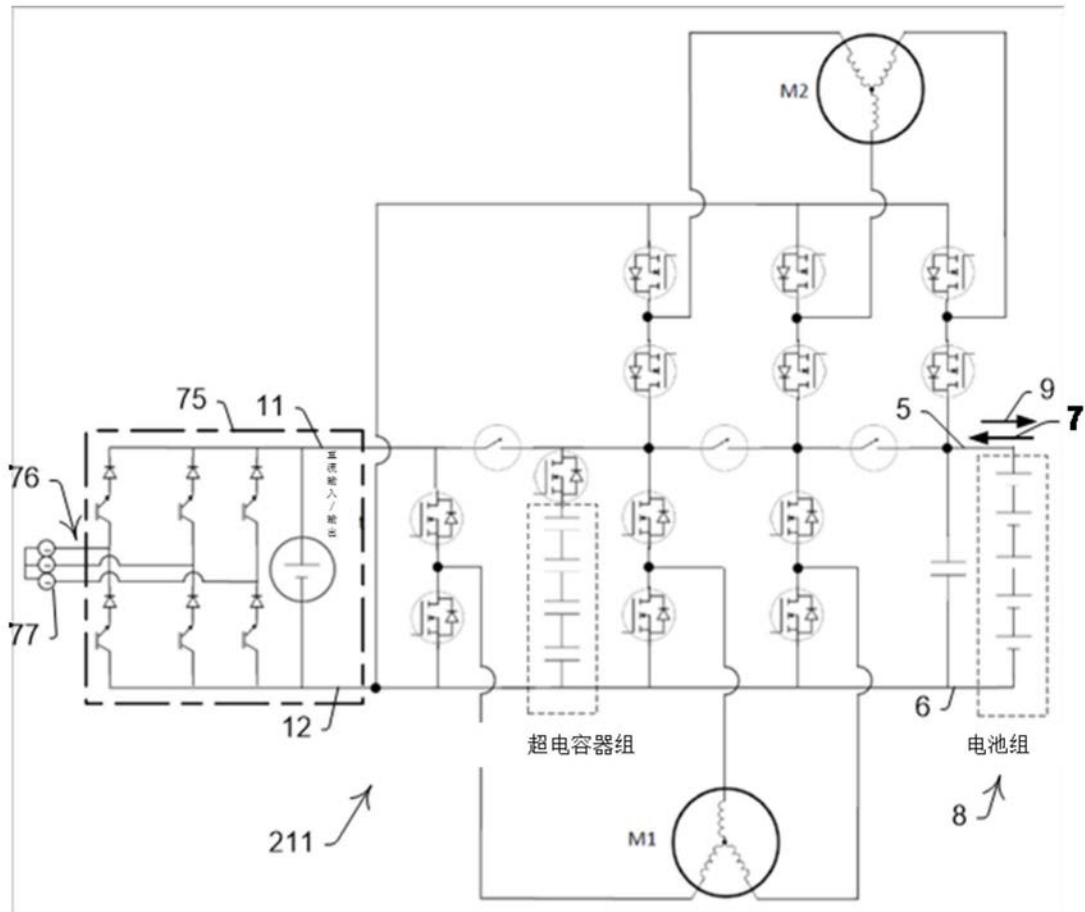


图16

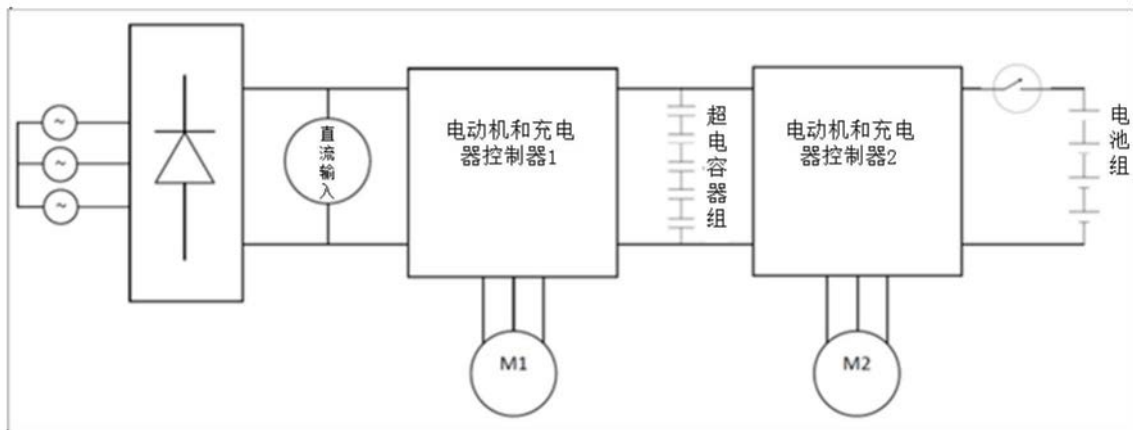


图17

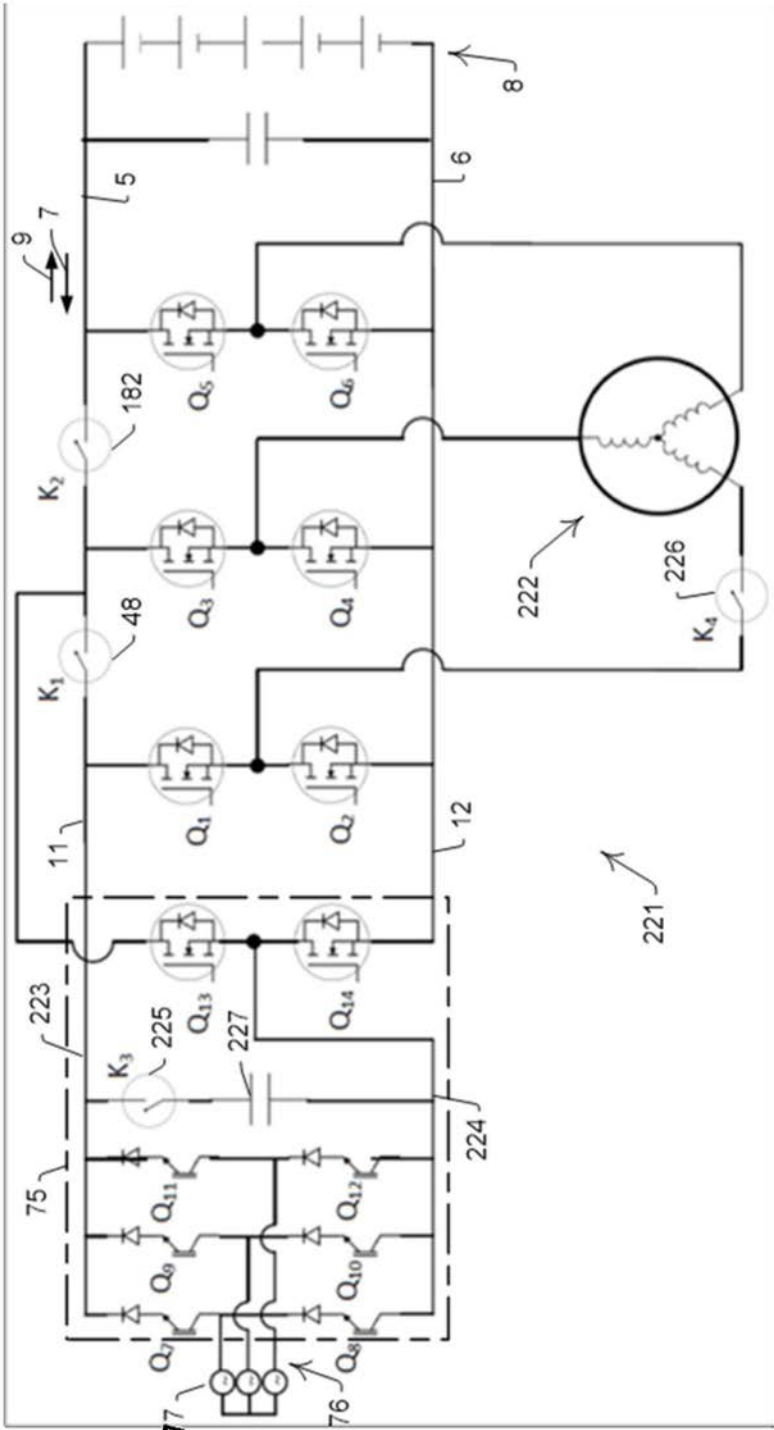


图18

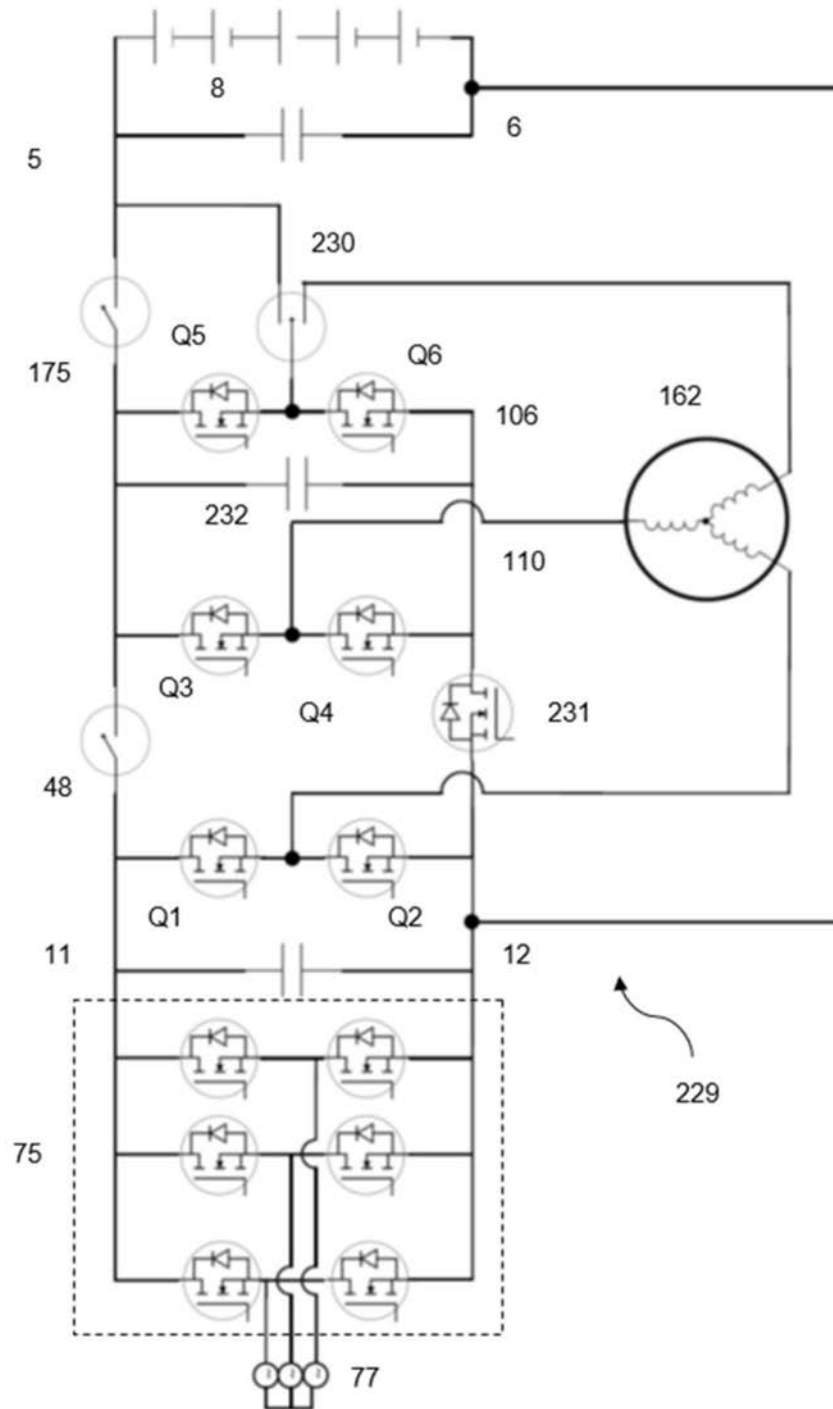


图19

