



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103517823 B

(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201280022324.4

(22)申请日 2012.05.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103517823 A

(43)申请公布日 2014.01.15

(30)优先权数据
102011075560.8 2011.05.10 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.11.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/058420 2012.05.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/152780 DE 2012.11.15

(73)专利权人 宝马股份公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 M·戈尔卡

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 沈英莹

(51)Int.Cl.
B60L 11/18(2006.01)

审查员 史文艳

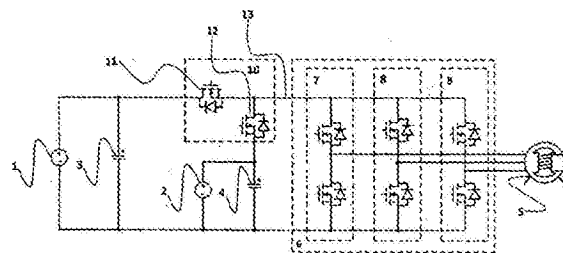
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于电机和电能量储存器的控制方法以及
功率电子装置

(57)摘要

提出了功率电子装置,其包括:逆变器(6),
电机能连接到所述逆变器(6)上;以及至少一个
半桥,至少两个电能量储存器(1、2)能连接到所
述半桥上,并且构造为,所述至少两个电能量储
存器(1、2)中的至少一个至少有时为电机供电,
以及所述电能量储存器(1、2)中的至少一个通过
电机和所述半桥中的至少一个至少有时为所述
至少两个电能量储存器的至少一个另外的能量
储存器充电。为此提出了根据空间向量调制原理
对功率电子装置的控制方法。此外,提出了一种
车辆,其包括功率电子装置。



1. 功率电子装置,包括:逆变器,电机连接到所述逆变器上;并且所述功率电子装置除了逆变器之外具有至少一个半桥,至少两个电能量储存器连接到所述半桥上,其特征在于,所述至少两个电能量储存器中的至少一个至少有时为电机供电,以及

所述电能量储存器中的至少一个通过电机和至少所述半桥至少有时为所述至少两个电能量储存器的至少一个另外的能量储存器充电。

2. 用于根据空间向量调制原理驱动根据权利要求1所述的功率电子装置的开关方法,其特征在于,

经过逆变器的一个时钟通过空间向量模型中的空间向量的向量加法来设定预给定的空间向量,

在逆变器的该时钟期间针对第一开关时间设定第一空间向量,

在逆变器的该时钟期间针对第二开关时间设定与第一空间向量相反的空间向量。

3. 根据权利要求2所述的开关方法,其特征在于,

在第一开关时间期间或在第二开关时间期间至少一个半桥被切换以便对所述至少两个电能量储存器中的一个充电。

4. 根据权利要求3所述的开关方法,其特征在于,

在第一开关时间与第二开关时间之间的比值根据待充电的能量储存器的电压水平与具有进行充电的能量储存器的最高电压水平的能量储存器的电压水平之间的比值来确定。

5. 机动车,其包括根据权利要求1所述的功率电子装置、电机和至少两个电能量储存器,其中,功率电子装置根据权利要求4所述的开关方法来驱动。

用于电机和电能量储存器的控制方法以及功率电子装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于电机和电能量储存器的控制方法和功率电子装置、用于驱动功率电子装置的方法以及车辆,该车辆包括功率电子装置、电机和电能量储存器。

背景技术

[0002] 混合动力车辆或电动车辆拥有电气化的传动系。该传动系具有第一能量储存器,例如二次锂离子电池,以及具有电机,例如永磁激励的同步电机,其可以以电动机方式和以发电机方式工作。

[0003] 在能量储存器与电机之间横置有功率电子装置,其调节电传动系中的能量流和功率流。该功率电子装置通常包括双向整流器或逆变器,用于以电动机方式和以发电机方式驱动电机。除了第一能量储存器之外,混合动力车辆或电动车辆还拥有第二能量储存器,其首先为在带有常规内燃机驱动器的车辆的车载电网中已知的部件和用电器馈电。这例如可以是无线电或车辆外部照明装置。

[0004] 第二能量储存器在混合动力车辆或电动车辆中首先通过直流变换器(其也被称作DC-DC转换器)由高电压车载电网馈电。直流变换器可以单向或双向地实施。第二能量储存器尤其可以是超级电容储存器单元或12伏特铅酸电池。也可以使用燃料电池或锂离子电池。

[0005] 通常,换流器和直流变换器彼此在功能上和结构上分离地实施。功率电子部件的可能的协同作用由此始终未被利用。

[0006] 从现有技术中会得到遇到该缺点的方案。

[0007] 例如,在文献DE 10 2008 037 064 A1中描述了一种电路装置,两个电能量储存器可以连接到该电路装置上,其中,能量储存器中的一个至少有时为电机供电。能量平衡过程通过该电路装置能实现。换言之,至少有时文献DE 10 2008 037 064 A1中的电路装置将直流变换器和换流器的功能统一。在此情况下,继续使用用于电机的换流器的常用调节方案。

发明内容

[0008] 本发明的任务是提出一种改进的功率电子装置,并且尤其提出一种改进的对用于电机和电储存器的功率电子装置的控制方法。

[0009] 该任务通过按照本发明的用于电机的功率电子装置和控制方法。

[0010] 根据本发明,功率电子装置包括电机可连接到其上的逆变器和至少一个半桥,至少两个电能量储存器可连接到所述半桥上,该功率电子装置的特征在于,所述至少两个电能量储存器中的至少一个至少有时为电机供电,以及所述电能量储存器中的至少一个至少有时通过电机和至少通过半桥为所述至少两个电能量储存器中的至少一个另外的能量储存器充电。

[0011] 这意味着,所述电能量储存器中的至少一个为电机馈送电功率并且所述电能量储存器中的至少一个为所述电能量储存器的至少一个另外的电能量储存器充电。在两个半桥

或多于两个的半桥的情况下,所述半桥的每个都与至少一个电能量储存器连接,其中,所述半桥的每个开关和所述电能量储存器并联连接。充电电流于是可以不通过半桥或通过任意多的半桥来引导。

[0012] 因此实现了如下优点:也称作功率电子装置并且除了逆变器之外还具有一半桥的功率电子装置关于被充电的另外的能量储存器具有直流变换器的功能,而功率电子装置不包括直流变换器。

[0013] 根据本发明的一种特别优选的实施形式,用于驱动功率电子装置的开关方法根据本领域技术人员而言已知的空间向量调制来应用,其中,经由逆变器的一个时钟通过在空间向量模型中的空间向量的向量加法来设定预给定的空间向量,用以产生定子转动场。此外,在逆变器的该时钟期间针对第一开关时间设定第一空间向量,而在逆变器的该时钟期间针对第二开关时间设定与第一空间向量完全相反的调节向量。

[0014] 特别的优点在于,在一个时钟期间,在与第一空间向量相关的定子相中的电流方向一方面被保持,而另一方面,在半桥与换流器之间的电流方向反向。这通过设定与第一空间向量完全相反的空间向量来实现。两个空间向量有助于在该时钟期间设定的所有向量的相加,以便产生针对所涉及的时钟预给定的空间向量。

[0015] 优选地,在设定第一空间向量的第一开关时间期间或在设定第二空间向量的第二开关时间期间将至少一个半桥切换,以便对能量储存器充电。

[0016] 特别的优点在此在于,在该时钟期间在半桥与换流器之间在两个电流方向上出现电流流动。在此,与朝着至少一个电能量储存器的正电势方向的技术电流方向相关的电流如果能量储存器与半桥导电连接则可以用于对该能量储存器充电。

[0017] 根据本发明的另一种变型方案,车辆包括功率电子装置,电机和电能量储存器。功率电子装置根据该开关方法来驱动以便有目的地为所述电能量储存器的至少一个能量储存器充电。

[0018] 尤其是针对混合动力车辆和电动车辆,在此有特别的优点,即,可节约安装空间和节约重量地构建功率电子装置,其将换流器和直流变换器的功能统一。为了实现该优点,功率电子装置利用根据本发明的开关方法来驱动。

[0019] 本发明涉及如下所述的构思:混合动力车辆和电动车辆目前大多数都具有电压水平为大约300伏特到400伏特的高电压电池和低电压电池。高电压电池通过换流器即整流器和/或逆变器连接到电动机上。低电压电池为带有用电器譬如无线电、近光灯等的常规12伏特车载电网馈电。由高电压电池借助DC-DC转换器或直流变换器为低电压电池充电。目前的混合动力车辆根据现有技术具有整流器和/或逆变器和独立的DC/DC转换器。此外,存在如下车辆方案,其中两种技术上不同的电能量储存器譬如双层电容器、锂离子电池、铅酸电池或燃料电池在能量管理中组合使得可以实现其特定的优点,其原因大致会在于相应储存器的能量密度或功率密度。一种可能的组合例如是由双层电容器构成的电储存器,其能够短时输出非常高的功率而锂离子电池用于提供电能量。

[0020] 缺点在于,当前的混合动力车辆和电动车辆包括两个独立的装置,以便能够实现对电储存器和电机的最佳能量和功率管理。由于换流器和DC/DC转换器由结构类型所限而具有大的相似性,所以提出了电路装置的开关方法,该电路装置将逆变器和直流变换器组合并且能够实现对储存器和电机的有目的的能量和功率管理。

[0021] 在此,传统换流器在其结构上以如下方式和方法略微改变,使得集成另一半桥。如果以该方法应用换流器和半桥的确定的控制方法(该控制方法基于空间向量调制),可以有目的地在电能量储存器之间传送电能量。在所提出的开关方法中,与现有技术的传统开关方法相比针对每个时钟周期在逆变器半桥中仅需要两个另外的开关边沿,使得也使附加的开关损耗最小。

[0022] 所提出的措施提供了如下优点:不必构建独立的直流变换器,因为其在仅略微修改的情况下集成到换流器电子装置中。利用唯一的功率电子结构部件可驱动电机和两个电储存器。尤其是,电能量储存器在不使用独立的直流变换器的情况下有目的地并且根据预给定的驱动策略来充电和放电。

[0023] 所提出的措施不仅在电机停止时而且在电机旋转时都能起作用。此外,该系统关于电(充电)功率的通量方向和电压水平不受限,即,在储存器之间的能量运输可以在任何时刻进行,而与其当前的电压水平无关。升压或降压可以如在使用直流变换器的情况下进行。该方法不改变电机的发动机位置,使得电机的运行不受影响。DC/DC转换器集成到换流器中能够实现省去诸如DC/DC转换器的电感的电学部件。由此重量更小,安装空间需求少并且费用较低。此外,改善了电机的利用率,因为控制方法与传统控制相比在空间向量调制模型中设置更少的零向量时间。

附图说明

[0024] 以下借助所附的附图描述了本发明的一种优选的实施例。由此得到了本发明的其他细节、优选的实施形式和改进方案。示意性地详细示出:

[0025] 图1:功率电子装置的电路装置

[0026] 图2:常规控制方法

[0027] 图3:正相电流的新型控制方法

[0028] 图4:负相电流的新型控制方法

具体实施方式

[0029] 图1示意性地并且部分地示出了机动车的车载电网,尤其是混合动力车辆或电动车辆的车载电网。该车载电网拥有第一电能量储存器(1)和第二电能量储存器(2)。两个能量储存器可以分别并联一个电容器。这些电容器称作中间回路电容器(3)、(4)并且主要用于缓存无功功率、电压稳定和部件保护。车辆具有电机(5),其能以电动机方式或者以发电机方式工作。在该实施例中,首先观察电机的电动机运行。电机尤其可以是三相电流异步电机或永磁或他励同步电机。

[0030] 馈送给电机的三相交流电流利用换流器(6)在确定的时刻由两个电储存器之一(1)或(2)的直流电压产生。也称作逆变器的换流器拥有并联连接的逆变器桥(7)、(8)和(9)。在此分别涉及两个电开关构成的串联电路。电开关实施为可控开关,例如晶体管、IGBT或MOSFET。逆变器桥的两个开关绝不都闭合,或者(以存在时滞为先决条件)两个开关都断开。因此,每个逆变器桥都仅能占据两个开关状态,其中,一个开关状态通过两个开关中的一个闭合而两个开关的另一个断开来表征。每个逆变器桥都具有在两个相应的开关之间的中间抽头。中间抽头与电机的定子的三个例如星形连接的线圈组连接。根据本领域技术人

员已知的用于电机的命名法,电机的与第一逆变器桥(7)的中间抽头连接的路径称作U相,电机的与第二逆变器桥(8)的中间抽头连接的路径称作V相,而电机的与第三逆变器桥(9)的中间抽头连接的路径称作W相。在第一储存器的正极与换流器之间存在由两个开关构成的另一开关装置,其称作直流桥(10)并且用作半桥。两个开关称作第一半桥开关(11)和第二半桥开关(12)。在直流桥与换流器之间的路径称作直流路径(13)。直流桥根据两个半桥开关的开关状态而占据两个状态。在这些状态中,半桥的两个开关中的一个闭合而两个开关中的另一个断开。绝不设置如下状态,在该状态中半桥的两个开关要么都闭合要么(以存在时滞为先决条件)半桥的两个开关都断开。在换流器和直流桥的确定的激励中(激励借助图2和图3来阐述),电机的电感可以与直流桥的开关状态交互地特意引起如下状态,在所述状态中两个储存器中的一个(1)或(2)分别以从两个储存器中的另一个(1)或(2)获取的能量来充电。因为这与两个储存器的电压水平无关地进行,所以电机的直流桥和电感的确定的共同作用对应于直流变换器的功能。这种装置的优点一方面在于系统成本低,因为系统中不需要单独的直流变换器。这表现出其他优点,如节约混合动力车辆或电动车辆中的安装空间和重量。

[0031] 图2首先示例性地针对确定的控制时刻示出了根据专业知识的对换流器的常规控制方法,该方法基于空间向量调制。首先简化地假设:第一储存器(1)的电压 $U_{DC,1}$ 与第二储存器(2)的电压 $U_{DC,2}$ 相同。空间向量模型中的换流器(其为电机的场定向控制装置的一部分)的激励在该文献中对该技术领域的技术人员已知为前提条件。在图2的横坐标上绘制了时间 t 。该时钟周期 T 是换流器的时钟频率 f 的倒数。在纵坐标上绘制了三个逆变器桥和直流桥的开关状态,其分别通过称作0和1的两个状态来显示。在三个逆变器桥的情况下,状态1分别描绘了如下状态,在该状态中在直流路径(13)与相应中间抽头之间的开关闭合。在状态0中,该开关断开并且在中间抽头与第一储存器(1)的负极之间的开关闭合。由于图2涉及脉宽调制控制方法,所以直流桥始终处于开关位置1中,在该开关位置中第一半桥开关(11)闭合而第二半桥开关(12)断开。因此,在时钟周期 T 期间绝不会得到来自第二储存器(2)或在第二储存器(2)中的电功率流。图2中的开关时钟时间上对称地实施。这通过对称轴示出。开关时间 $t_0/2$ 描述了零向量 V_0 的设定,其通过如下方式确定,在三个逆变器桥的情况下设定状态0。接着是开关时间段 $t_1/2$,在该开关时间段中桥(7)切换到状态1。在所选的空间向量模型中,这在该时刻对应于空间向量 $1, V_1$ 的设定。随后为开关时间段 $t_2/2$,在该开关时间段中桥(8)也切换到状态1中。这对应于空间向量 $2, V_2$ 的设定。在开关时间段 $t_7/2$ 中,三个桥(7)、(8)和(9)都切换到状态1中,这对应于零向量 V_7 。在设定零向量 V_7 或零向量 V_0 时,在忽略边缘效应的情况下在定子绕组中没有引起电流流动改变。脉冲 t_0, t_7, t_1 和 t_2 的持续时间遵循如下关系

$$[0032] \quad T = t_0 + t_7 + t_1 + t_2$$

[0033] 在 t_1 和 t_2 的持续时间的情况下,根据如下式子得到空间向量模型的点 P_1

$$[0034] \quad P_1 = V_1 \cdot t_1 + V_2 \cdot t_2 + V_0 \cdot t_0 + V_7 \cdot t_7 = V_1 \cdot t_1 + V_2 \cdot t_2$$

[0035] 图3描述了根据图1的电路装置的改善的开关曲线。类似于图2中示例性选择的用于开关状态的时刻,选择图3中的观察时间段。电机在图3中也假设处于如图3中相同的运行状态中。在图3中利用空间向量模型的向量加法描述了如在图2中相同的点 P_1 。如在图2中那样在该时钟开始时,直流桥(10)切换到状态1中。在一个时钟开始时,在图3中针对开关时间

的持续时间 $t_0\sim/2=t_0/2-t_{DC,1}/2$ 设定零向量 V_0 ,因为三个桥(7)、(8)和(9)分别切换到状态0中。接着是时间段 $t_1\sim/2=t_1/2+t_{DC,1}/2$,在该时间段中逆变器桥(7)切换到状态1中而直流桥保持在状态0中。随后是桥(8)切换到状态1中的开关时间段 $t_2/2$ 。在该控制的进一步时间过程中,出现设定零向量 V_7 的开关时间段 $t_7\sim/2=t_7/2-t_{DC,2}/2$,因为桥(9)也切换到状态1中。要注意的是,适用 $t_{DC,1}=t_{DC,2}$ 。

[0036] 最后出现开关时间 $t_{DC,2}/2=t_4/2$,在该开关时间中桥(7)切换到状态0中并且直流桥切换到状态0中。由此设定向量 V_4 ,该向量在空间向量模型中与向量 V_1 完全相反。因此,在空间向量模型中点 $P_1\sim$ 利用

$$[0037] \quad P_1\sim = V_1 \cdot t_1\sim/2 + V_2 \cdot t_2 + V_0 \cdot t_0\sim + V_7 \cdot t_7\sim + V_4 \cdot t_4$$

[0038] 来激励。利用关系

$$[0039] \quad V_4 = -V_1, \text{ 以及}$$

$$[0040] \quad t_{DC,1} = t_{DC,2} = t_4, \text{ 以及}$$

$$[0041] \quad t_1\sim = t_1 + t_{DC,1} = t_1 + t_{DC,2}, \text{ 得出}$$

$$[0042] \quad P_1\sim = V_1 \cdot t_1 + V_1 \cdot t_{DC,2} + V_2 \cdot t_2 + V_0 \cdot t_0\sim + V_7 \cdot t_7\sim - V_1 \cdot t_{DC,2} = V_1 \cdot t_1 + V_2 \cdot t_2 = P_1。$$

[0043] 由此得出,在图3示意性示出的时钟中如在图2中那样有效地激励相同的点。更简而言之,在图3中从图2出发将向量 V_1 的脉宽延长了开关时间段 t_4 。在相同的时间段 t_4 中,与向量 V_1 相反的向量 V_4 被激励。在给定的条件下由此结果是,时钟周期 T 保持不变,零向量 V_0 和 V_7 的开关时间必须缩短双倍的开关时间 t_4 。图3中所示的控制方法实质是,在设定向量 V_4 的开关时间段 $t_{DC,2}$ 期间,直流路径(13)中的电流方向反向。由于在相同时间段 $t_{DC,2}$ 中直流桥处于状态0中,即第二半桥开关(12)闭合而第一半桥开关(11)断开,所以储存器(2)被充电。可充到储存器(2)中的能量(其在开关时间 $t_{DC,2}$ 期间从电机获取)在开关时间 $t_{DC,1}$ 期间曾被引入电机中。因此,根据图3的开关曲线能够实现将功率从第一电储存器(1)传送至第二电储存器(2)中,功率传送通过电机来引导。在此,该机器在时钟时间段 T 开始和结束时处于如图2中相同的电和机械状态。

[0044] 该方法的特别优点是,图3中的第二储存器(2)本身在如下条件下可被充电:第二储存器(2)的电压水平与第一储存器(1)的电压水平相比朝向较高电压的方向。然而在此情况下前提条件是,在直流桥中半桥开关(11)和(12)构造为不带续流二极管。代替此,在两个方向上截止的开关如两个反串联连接的带有续流二极管的MOSFET在该前提下被使用。IGBT例如也可以被使用。总之,根据图2的控制方法能够以与直流变换器的使用相对应的方式和方法实现在两个电能量储存器(1)和(2)之间的双向功率传送。与两个储存器(1)和(2)的各个电压水平无关,能够实现技术人员已知的电机的4象限运行。

[0045] 总之,根据图3的关于第一储存器(1)和第二储存器(2)的时钟序列能够借助电机(5)的电感和直流桥(10)实现对直流变换器的功能模仿。

[0046] 图3假设:在所示的时钟时间段 T 开始时,如果设定向量 V_1 ,在U相中的电流(其称作 I_U)遵循关系 $I_U > 0$,并且第二储存器(2)要由第一储存器(1)充电。然而,如果第二储存器(2)要由第一储存器(1)充电并且在设置向量 V_1 时适用 $I_U < 0$,则应用根据图4的开关曲线。图4中的开关曲线与图3中的开关曲线不同在于,直流桥不在设定向量 V_4 的开关时间段 $t_{DC,2}$ 中被切换到状态0中,因为在 $t_{DC,2}$ 期间适用: $I_U > 0$ 。在该时间段中,在图4中电能量被传送至电机中,该电能当设定向量 V_1 (其中 $I_U < 0$)时在该时间段 $t_{DC,1}$ 中被获取,其中又适用: $t_{DC,1} = t_{DC,2}$ 。如果

电能反向地要从第二储存器(2)转载到第一储存器(1)中,则在 $I_U > 0$ 时对于向量 V_1 不应用根据图3的开关曲线,而是应用根据图4的开关曲线。如果要进行储存器(2)到储存器(1)的转载并且在设定向量 V_1 时适用 $I_U < 0$,则必须应用根据图3的开关曲线。两个电能量储存器之一(1)或(2)以来自这两个能量储存器的相应另一能量储存器的电能量充电的可能性与两个电压 $U_{DC,1}$ 和 $U_{DC,2}$ 中的哪个电压具有相对于公共地较高的电压无关。此外,两个电能量储存器的规范不重要。两个储存器例如可以是高电压水平的锂离子电池或低电压储存器,例如12伏铅酸电池或双层电容器。只要不需要储存器的电隔离,也可能任意组合高电压储存器和低电压储存器。

[0047] 补充地要注意:该实施例不限于电机用作为换流器的负载。也可以使用其他电感负载譬如变压器。

[0048] 此外值得注意的是,该时间 T_{DC} 用于有目的地调节作为期望量的储存器的充电电压,类似于对DC/DC转换器的控制或调节。时间 T_{DC} 对应于两个单独时间之和 $T_{DC} = t_{DC,1} + t_{DC,2}$ 。在 $t_{DC,1} = t_{DC,2}$ 的情况下,得到 $T_{DC} = 2 \cdot t_{DC,1}$ 。此外,作为边界条件适用允许的时钟周期 $T = t_0 + t_7 + t_1 + t_2 + t_{DC,1} + t_{DC,2} = t_0 + t_7 + t_1 + t_2 + T_{DC}$,使得 T_{DC} 可延长直至最大持续时间,在该持续时间中零时间 $t_0 + t_7$ 之和的值减为零。作为另外的边界条件,要注意:在空间向量模型中设定预给定的点 P_1 。借助连续调节器譬如PI调节器因此可有目的地影响储存器(1)或(2)的电压和能量传送。

[0049] 该实施例假设:储存器(1)和(2)的电压相等, $U_{DC,1} = U_{DC,2}$ 。由此也得到 $t_{DC,1} = t_{DC,2}$ 。然而一般而言,情况并非如此,因为两个储存器(1)和(2)与不同的电压水平耦合。因为空间向量模型通常归一化到中间回路电压上,这例如在图3中表示, $t_1 \cdot V_1$ 积和因此得到的空间向量与所设定的空间向量 V_1 的长度有关。在图3的情况下,这与第一储存器(1)的电压 $U_{DC,1}$ 的相关性同义。相应适用于向量 $V_4 = -V_1 \cdot U_{DC,2}/U_{DC,1}$ 。因此,还为了在空间向量模型中设定预给定的点 P_1 并对储存器(2)充电,时间 $t_{DC,1}$ 和 $t_{DC,2}$ 根据储存器的电压 $U_{DC,1}$ 和 $U_{DC,2}$ 按 $t_{DC,1} \cdot U_{DC,1} = t_{DC,2} \cdot U_{DC,2}$ 相关。如果第二储存器(2)的电压例如给定为 $U_{DC,2} = 12$ 伏特并且第一储存器(1)的电压给定为 $U_{DC,1} = 60V$,则适用: $t_{DC,2} = 5 \cdot t_{DC,1}$ 。由于 $t_{DC,1} \neq t_{DC,2}$,零时间 t_0 和 t_7 根据如下式子来计算,针对零时间始终要遵循对称条件 $t_0 \sim = t_7 \sim$ 。

$$[0050] \quad t_0 \sim = t_7 \sim = (t_0 + t_7 + T_{DC})/2 = (2 \cdot t_0 - T_{DC})/2 = t_0 - T_{DC}/2$$

[0051] 其中, $T_{DC} = t_{DC,1} + t_{DC,2}$ 。

[0052] 该关系对于点 P_1 得到:

$$[0053] \quad P_1 \sim = V_1 \cdot t_1 + V_1 \cdot t_{DC,1} + V_2 \cdot t_2 + V_0 \cdot t_0 \sim + V_7 \cdot t_7 \sim + V_4 \cdot t_{DC,2} = P_1 \sim = V_1 \cdot t_1 + V_1 \cdot t_{DC,1} + V_2 \cdot t_2 + (-V_1 \cdot U_{DC,2}/U_{DC,1}) \cdot (t_{DC,1} \cdot U_{DC,1}/U_{DC,2}) = P_1$$

[0054] 利用图3和图4的具体改进方案,即使在电压水平偏离的情况下设定预给定的空间向量 P_1 并且根据图3和图4的描述为能量储存器充电。

[0055] 在文献DE 10 2008 037 064 A1中描述了一种方法,根据该方法基本上以脉宽调制方式根据图2来激励与图1中的实施例类似的电路装置中的两个半桥开关,该电路装置具有两个电能量储存器和电机。利用这样的方法可以实现通过驱动电机的时间装置对确定的储存器充电来实现。相比于该方法,根据图3和图4的控制方法提供了如下优点:可确保有目的地对能量储存器进行能量管理。由于在电机中在直流路径(13)中的电流方向在根据图2的常规开关方法的情况下根据机器状态来改变,所以半桥的控制必须根据直流路径中的电

流方向来进行,以便能够实现有目的的储存器充电。否则,突然的电流反向会导致电压不稳定,电压不稳定作为过压或欠压会干扰或甚至会损伤可能连接的部件(例如控制设备或单向驱动的燃料电池)。为了防止这种干扰或损伤,尽管可以使用缓存存储器,但连续充电运行在该条件下不可能。此外尤其,由于出现无功功率而引起不必要的功率损失。例如,如果半桥支路(12)在直流路径中的电流改变电流方向的确定的开关时间中被闭合,则当通过该时间装置在储存器中形成充电电流时,出现的无功电流也极大。根据图3和图4的控制方法的另一优点表现为降低了零向量的开关时间。由此,为系统输送更多功率,而对实际功能没有不利影响。附加的功率流表示系统的较高利用率。与两个能量储存器(1)和(2)的电压差无关,根据图3和图4的控制方法能够在空间向量模型中设定预给定的点P1。在一个时钟内不设定两个相反向量的简单脉宽调制方法中,储存器之间的高电压差会导致,只有当在空间向量模型中设定与点P1偏离的点时可以设定储存器处具有较高电压水平的待设定电压。因此会导致电机的转动不均匀性或转矩损失。

[0056] 参考标记表

[0057]	1	第一电能量储存器
[0058]	2	第二电能量储存器
[0059]	3	第一中间回路电容器
[0060]	4	第二中间回路电容器
[0061]	5	电机
[0062]	6	换流器
[0063]	7	第一逆变器桥
[0064]	8	第二逆变器桥
[0065]	9	第三逆变器桥
[0066]	10	直流桥
[0067]	11	第一半桥开关
[0068]	12	第二半桥开关
[0069]	13	直流路径
[0070]	I_U	U相的电流
[0071]	t	时间
[0072]	T	时钟周期
[0073]	f	时钟频率
[0074]	V_0	空间向量0,零向量
[0075]	V_7	空间向量7,零向量
[0076]	V_1	空间向量1
[0077]	V_2	空间向量2
[0078]	P_1	空间向量模型中的点P1
[0079]	$P_1\sim$	空间向量模型中的点P1~
[0080]	t_0	V_0 的开关时间
[0081]	$t_0\sim$	V_0 的开关时间
[0082]	t_1	V_1 的开关时间

[0083]	$t_1 \sim$	V1的开关时间
[0084]	t_2	V2的开关时间
[0085]	$t_2 \sim$	V2的开关时间
[0086]	t_4	V4的开关时间
[0087]	t_7	V7的开关时间
[0088]	$t_7 \sim$	V7的开关时间
[0089]	$t_{DC,1}$	第一充电时间
[0090]	$t_{DC,2}$	第二充电时间
[0091]	T_{DC}	总充电时间
[0092]	$U_{DC,1}$	第一电能量储存器的电压水平
[0093]	$U_{DC,2}$	第二电能量储存器的电压水平
[0094]	U	U相
[0095]	V	V相
[0096]	W	W相

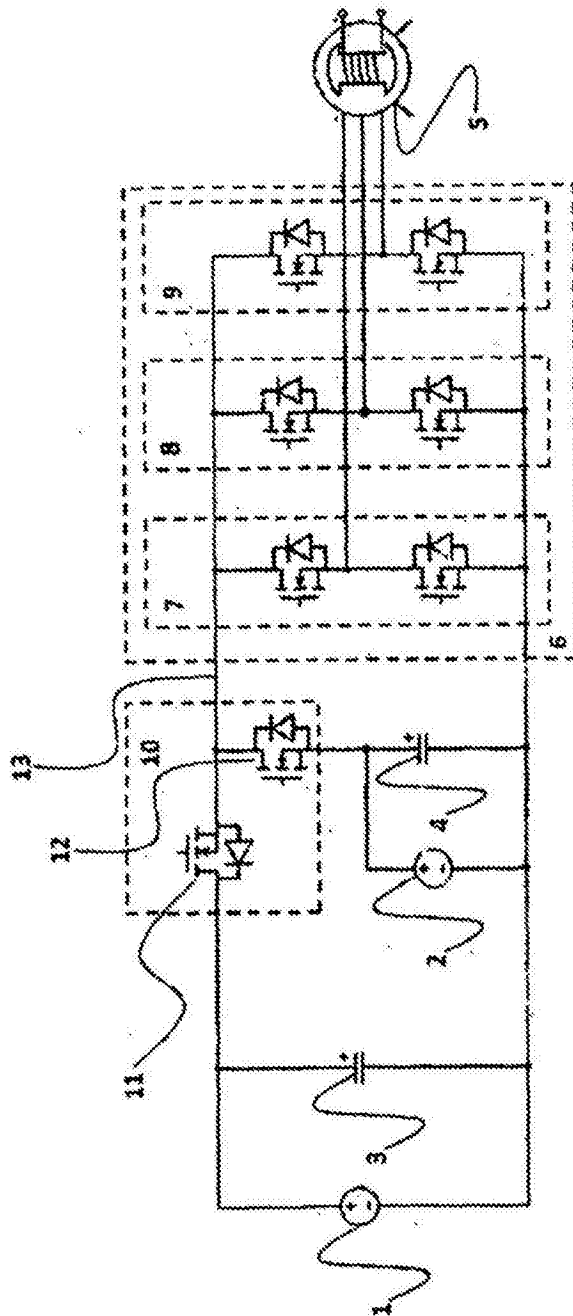


图1

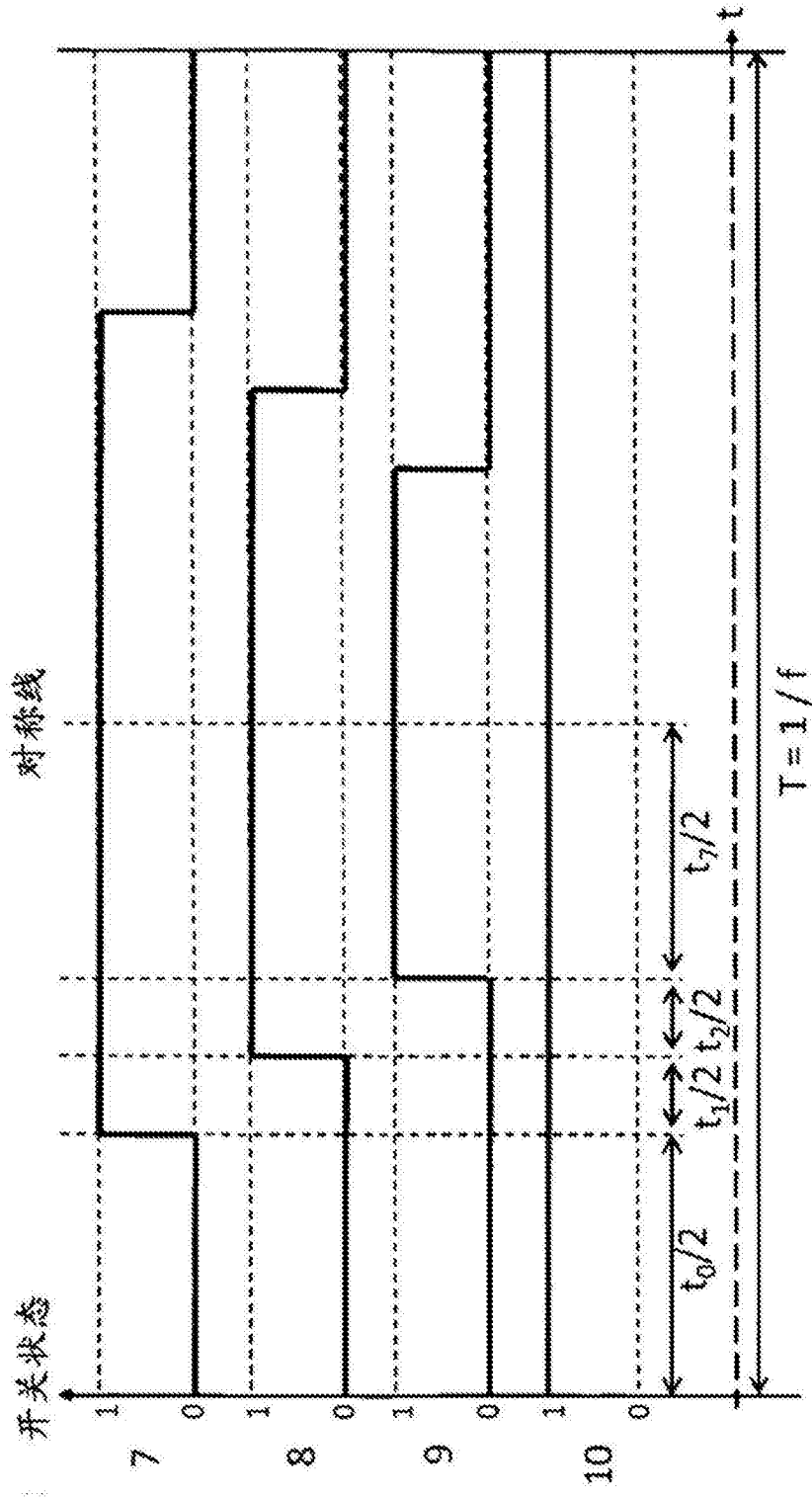


图2

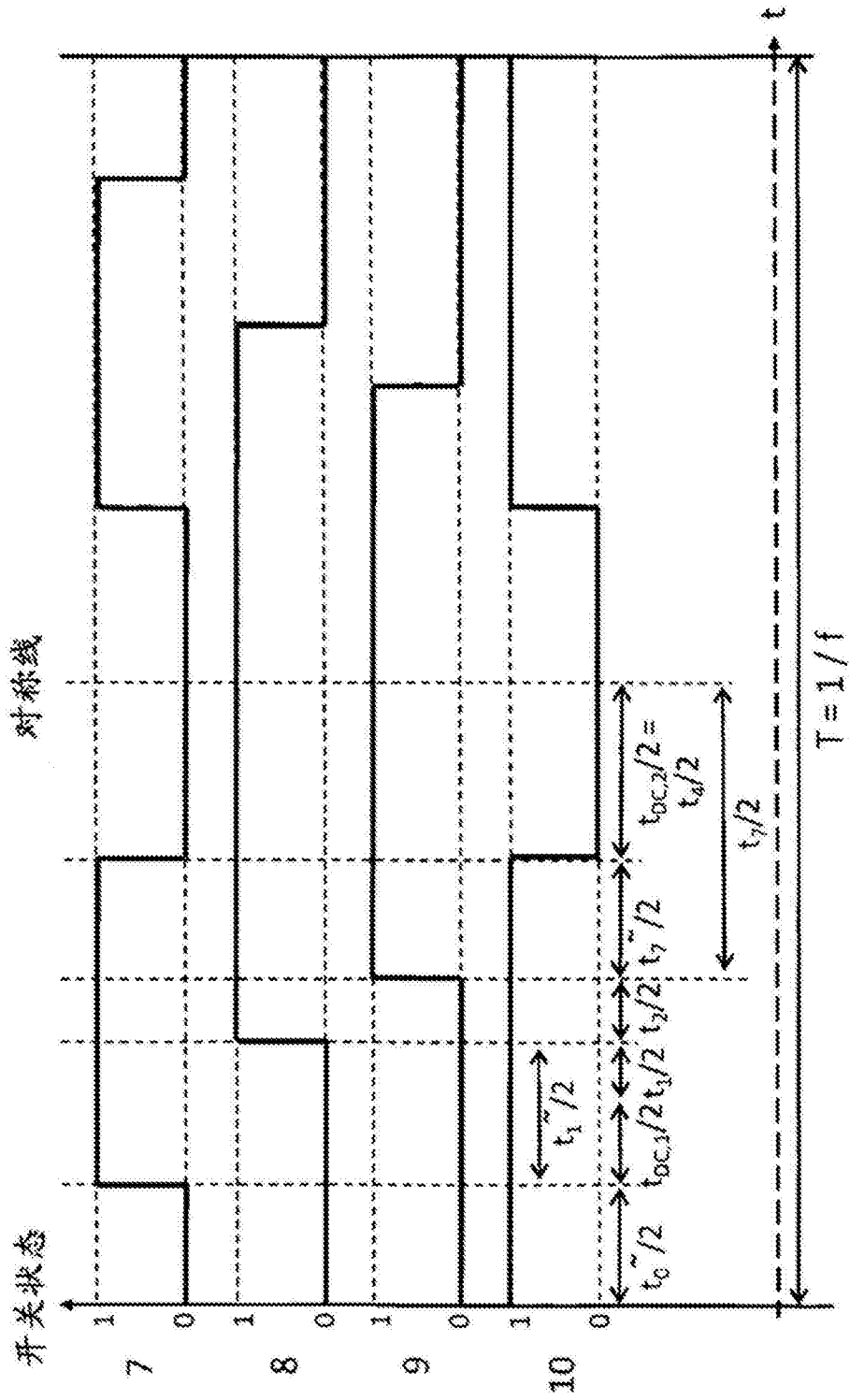


图3

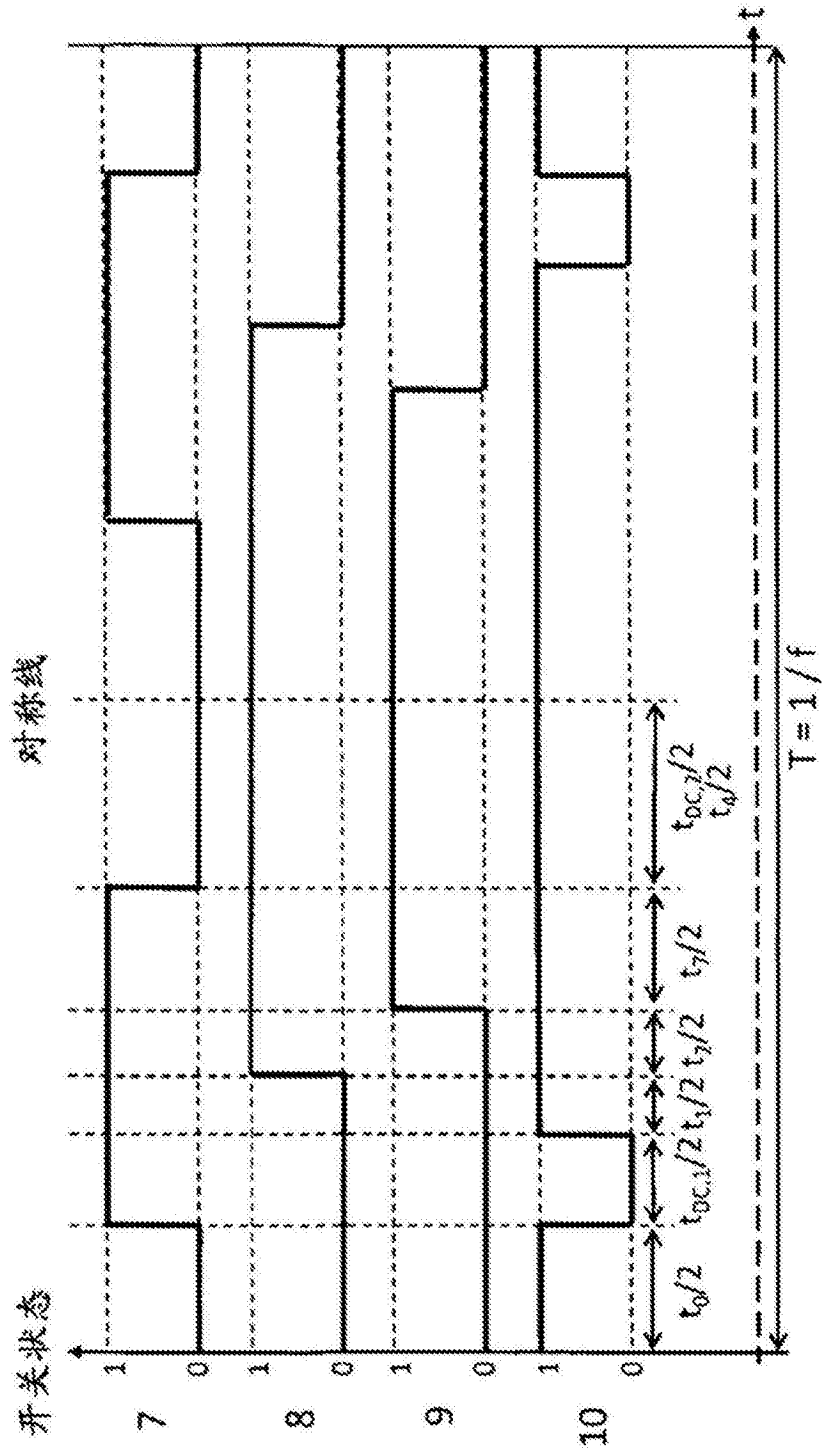


图4