



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104737435 B

(45)授权公告日 2018.05.29

(21)申请号 201380055337.6

(72)发明人 鸟羽章夫

(22)申请日 2013.10.25

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限  
公司 31100

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104737435 A

代理人 宋俊寅

(43)申请公布日 2015.06.24

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H02M 7/5387(2007.01)

2012-259641 2012.11.28 JP

H02M 3/158(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.04.22

(56)对比文件

JP 特开2001-204196 A,2001.07.27,图4.

CN 1206242 A,1999.01.27,说明书第15页  
第15行至第16页第25行,图1和图2.

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/078907 2013.10.25

JP 特开2002-233159 A,2002.08.16,全文.

JP 特开2010-98790 A,2010.04.30,全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/083980 JA 2014.06.05

审查员 孙建萍

(73)专利权人 富士电机株式会社

地址 日本神奈川县

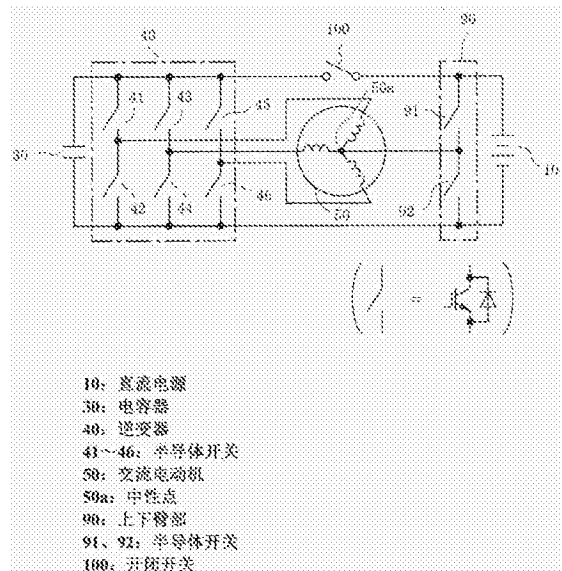
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

电力转换系统及其控制方法

(57)摘要

本发明的电力转换系统包括储存直流电的  
电容器(30);逆变器(40),在该逆变器(40)的两  
端连接一对直流端子且在其交流端子连接作为  
负载的交流电动机(50);上下臂部(90),该上下  
臂部(90)中串联连接的半导体开关(91、92)彼此  
的连接点与电动机(50)的中性点相连接;直流电  
源(10),该直流电源(10)与该上下臂部(90)并联  
连接;以及开闭开关(100),该开闭开关(100)连  
接在逆变器(40)的一个直流端子与上下臂部  
(90)的一端之间,将逆变器(40)的另一个直流端  
子与上下臂部(90)的另一端相连接。在使开闭开  
关(100)断开的状态下使逆变器(40)作为零相转  
换器进行动作并且使上下臂(90)进行开关,使得  
直流电源(10)的电压的升降压和通过逆变器  
(40)对于电动机(50)的驱动同时进行。由此,无  
需升压用的电抗器,可使装置整体小型化并可减  
少损耗,提高逆变器(40)的直流电压的自由度。



CN 104737435 B

1. 一种电力转换系统,其特征在于,具有:

储存直流电的蓄电装置;

逆变器,在该逆变器的正负直流端子之间连接所述蓄电装置,在该逆变器的多个交流端子之间连接具有电感的负载;

第1上下臂部,该第1上下臂部由第1、第2半导体开关串联连接而构成,且所述第1、第2半导体开关彼此的连接点与所述负载的中性点相连接;以及

直流电源,该直流电源与所述第1上下臂部并联连接,

仅使所述逆变器的正负直流端子与所述第1上下臂部的正负端子的同极彼此之间中一方的同极彼此之间通过开闭开关进行连接,使另一方的同极彼此之间直接进行连接,

在使所述开闭开关导通且使所述第1、第2半导体开关断开的情况下,通过使构成所述逆变器的多个半导体开关进行开关动作,从而从所述逆变器输出交流电压以驱动所述负载,

使所述开闭开关断开,且使所述逆变器的上臂或者下臂的所有半导体开关导通或者断开以等效地构成由第3、第4半导体开关的串联电路组成的第2上下臂部,并且通过使所述第1、第2半导体开关进行导通、断开,从而使由第1上下臂部、第2上下臂部以及所述负载的电感组成的升降压斩波器进行动作,对所述蓄电装置进行充放电。

2. 一种电力转换系统,其特征在于,具有:

储存直流电的蓄电装置;

逆变器,在该逆变器的正负直流端子之间连接所述蓄电装置,在该逆变器的多个交流端子之间连接具有电感的负载;

第1上下臂部,该第1上下臂部由第1、第2半导体开关串联连接而构成,且所述第1、第2半导体开关彼此的连接点与所述负载的中性点相连接;以及

直流电源,该直流电源与所述第1上下臂部并联连接,

使所述逆变器的正负直流端子与所述第1上下臂部的正负端子的同极彼此之间分别通过开闭开关进行连接,

在使所述开闭开关导通且使所述第1、第2半导体开关断开的情况下,通过使构成所述逆变器的多个半导体开关进行开关动作,从而从所述逆变器输出交流电压以驱动所述负载,

在使一方的开闭开关一直导通的状态下使另一方的开闭开关断开,且使所述逆变器的上臂或者下臂的所有半导体开关导通或者断开以等效地构成由第3、第4半导体开关的串联电路组成的第2上下臂部,并且通过使所述第1、第2半导体开关进行导通、断开,从而使由第1上下臂部、第2上下臂部以及所述负载的电感组成的升降压斩波器进行动作,对所述蓄电装置进行充放电。

3. 如权利要求1或2所述的电力转换系统,其特征在于,

构成所述逆变器的半导体开关以及构成所述第1上下臂部的所述第1、第2半导体开关分别由半导体开关元件以及与该半导体开关元件逆并联连接的续流二极管构成。

4. 如权利要求1或2所述的电力转换系统,其特征在于,

所述负载是交流电动机,所述负载具有的电感是所述交流电动机的漏电感。

5. 一种如权利要求1或2所述的电力转换系统的控制方法,其特征在于,

用于通过所述第2上下臂部进行升降压动作的所述逆变器的开关模式构成用于通过所述逆变器输出交流电压以驱动所述负载的开关模式的一部分。

## 电力转换系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于驱动交流电动机等负载的电力转换系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 作为使直流电源电压进行升压以提供给逆变器,并通过该逆变器使交流电动机进行运行的电力转换系统,已知有例如图4所示的现有技术。

[0003] 图4中,10是直流电源,20是电流可逆式升压转换器(DC/DC转换器),21、22是半导体开关,23是电抗器、30是电容器,40是三相电压型逆变器,41至46是半导体开关,50是交流电动机。此外,如图4中括号所记载的那样,各半导体开关21、22、41至46由IGBT等半导体开关元件、以及与其逆并联连接的续流二极管构成。

[0004] 简单地说明此现有技术的动作,通过升压转换器20的半导体开关20的导通、断开,对电抗器23反复进行能量的储存、释放,因此电容器30的电压对于直流电源10的电压进行升压。逆变器40例如通过PWM控制使半导体开关41至46导通、断开,将电容器30的直流电压转换成三相交流电压以提供给交流电动机50。

[0005] 如图4所示的现有技术例如记载于专利文献1中。

[0006] 此外,已知有图5的现有技术,其中通过逆变器对零相电压进行控制以作为所谓的零相转换器进行动作,从而使直流电源电压进行升压。

[0007] 图5中,直流电源10连接在交流电动机50的中性点(定子绕组的中性点)50a与负侧直流母线之间,对其他的构成部件标记与图4相同的编号。

[0008] 该现有技术中,例如通过反复进行使逆变器40的下臂的半导体开关42、44、46在同一时刻导通、断开的动作,从而由直流电源10、交流电动机50的漏电感(零相电感)以及逆变器40组成的零相等效电路与图4的升压转换器20成为实质上相同的电路结构,能够将电容器30的电压控制为比直流电源10的电压更高的值。此外,通过逆变器40对交流电动机50进行的驱动动作与图4相同。

[0009] 如图5所示的现有技术例如记载于专利文献2中。

[0010] 另一方面,图6是表示专利文献3所记载的现有技术的电路图。

[0011] 图6中,70是作为升降压斩波器进行动作的DC/DC转换器,71至74是半导体开关,75是电抗器,半导体开关71、72的串联电路与直流电源10以及电容器31并联连接,半导体开关73、74的串联电路与电容器32以及逆变器40并联连接。11、62是电压检测器,61是电流检测器,80是控制电路。

[0012] 该现有技术中,通过控制DC/DC转换器70的半导体开关71、74以及72、73的占空比,从而使电抗器75中储存的能量进行变化,将直流电源10的电压控制成所期望的大小并向电容器32一侧输出。

[0013] 与图6几乎相同的电路记载于非专利文献1中。

[0014] 现有技术文献

[0015] 专利文献

[0016] 专利文献1:日本专利特开2004-120844号公报(图2、图5、图6等)

[0017] 专利文献2:日本专利特开2011-41336号公报(图1等)

[0018] 专利文献3:日本专利特开2004-350478号公报(图1、图7等)

[0019] 非专利文献

[0020] 非专利文献1:ComparativeEvaluation of Soft-Switching Concepts for Bi-directional Buck+BoostDc-Dc Converters,p.1856-1865,The2010 International Power ElectronicsConference(图1)

## 发明内容

[0021] 发明所要解决的技术问题

[0022] 图4、图6所示的现有技术中,存在如下问题:各转换器20、27中设置的电抗器23、75导致电路的大型化、成本增加。

[0023] 此外,图5的现有技术中,在驱动交流电动机50的逆变器40的开关动作中,通过对逆变器40适当地进行开关,从而使其作为零相转换器进行动作,因此在交流电动机50运行中一直进行升压动作,由此存在逆变器40以及交流电动机50的损耗变大的问题。

[0024] 而且,图5的现有技术中,若调整逆变器40的上臂或者下臂的所有半导体开关的占空比,则能够与交流电动机50的旋转速度相对应地控制逆变器40的直流电压(电容器30的电压),例如,在交流电动机50高速旋转时能够将逆变器40的直流电压控制成比直流电源10的电压更高的值,但此直流电压以及逆变器40的交流输出电压的自由度总的来说是较低的。

[0025] 因此,本发明的目的在于,提供一种电力转换系统及其控制方法,无需升压用电抗器、一直进行升压动作,能够实现装置整体的小型化、降低损耗的同时提高逆变器直流电压的自由度。

[0026] 解决技术问题所采用的技术方案

[0027] 为了解决上述技术问题,权利要求1所涉及的电力转换系统具有:电容器等蓄电装置;逆变器,在该逆变器的正负直流端子之间连接蓄电装置,在该逆变器的多个交流端子之间连接具有电感的负载;第1上下臂部,该第1上下臂部由第1、第2半导体开关串联连接而构成,且第1、第2半导体开关彼此的连接点与负载的中性点相连接;以及直流电源,该直流电源是与第1上下臂部并联连接的电池等,使所述逆变器的正负直流端子与所述第1上下臂部的正负端子的两极彼此之间中至少一方的两极彼此之间通过开闭开关进行连接,使另一方的同极彼此之间成为相同电位。

[0028] 这里,如权利要求2所述,也可仅使所述逆变器的正负直流端子与所述第1上下臂部的正负端子的两极彼此之间中一方的两极彼此之间通过开闭开关进行连接,使另一方的两极彼此之间直接进行连接。

[0029] 或者,如权利要求3所述,也可使所述逆变器的正负直流端子与所述第1上下臂部的正负端子的两极彼此之间分别通过开闭开关进行连接,使一方的开闭开关成为常导通状态,并且使另一方的开闭开关进行导通、断开动作。

[0030] 此外,如权利要求4所述,构成所述逆变器的半导体开关、以及构成第1上下臂部的第1、第2半导体开关分别由半导体开关元件以及与其逆并联连接的续流二极管构成。

[0031] 此外,如权利要求5所述,优选为,连接交流电动机以作为所述负载,使该交流电动机的漏电感作为升压用电感进行使用。

[0032] 作为本发明所涉及的电力转换系统的控制方法,如权利要求6所述,在使开闭开关导通且使第1、第2半导体开关断开的情况下,通过对构成逆变器的多个半导体开关进行开关动作,从而能够从逆变器输出交流电压并驱动负载。

[0033] 此外,如权利要求7所述,使权利要求2所述的开闭开关断开且使逆变器的上臂或者下臂的所有半导体开关同时导通或者断开以等效地构成由第3、第4半导体开关的串联电路组成的第2上下臂部,并且通过使第1、第2半导体开关进行导通、断开,从而还能够使由第1上下臂部、第2上下臂部以及负载的电感组成的升降压斩波器进行动作,使电容器进行充放电。

[0034] 或者,如权利要求8所述,在使权利要求3所述的一方的开闭开关一直导通的状态下使另一方的开闭开关断开,且使逆变器的上臂或者下臂的所有半导体开关同时导通或者断开以等效地构成由第3、第4半导体开关的串联电路组成的第2上下臂部,并且通过使第1、第2半导体开关进行导通、断开,从而还能够使由第1上下臂部、第2上下臂部以及负载的电感组成的升降压斩波器进行动作,使电容器进行充放电。

[0035] 此外,如权利要求9或者权利要求10所述,若使得用于通过第2上下臂部进行升降压动作的逆变器的开关模式构成用于通过逆变器输出交流电压以驱动负载的开关模式的一部分,则能够在对电容器进行升降压动作的同时通过逆变器驱动负载。

[0036] 发明的技术效果

[0037] 根据本发明,通过利用交流电动机等负载具有的电感,从而无需升压用电抗器,因此可实现装置的小型化、低价化。此外,由于能够选择不进行升压动作、通过逆变器驱动负载的动作模式,因此与一直进行升压动作的现有技术相比能够实现控制的简化,并且降低损耗。

[0038] 而且,通过提高逆变器的直流电压的自由度,从而例如在负载是交流电动机的情况下,能够在高速旋转时提高逆变器的直流电压,因此能够使电动机成为高电压规格来减小电流,能够使对电动机提供电力的电缆的直径变细,实现连接端子的小型化等。

## 附图说明

[0039] 图1是表示本发明的实施方式的电路图。

[0040] 图2是图1的等效电路图。

[0041] 图3是交流电动机的速度与扭矩(电流)的关系的简要特性图。

[0042] 图4是表示现有技术的电路图。

[0043] 图5是表示现有技术的电路图。

[0044] 图6是表示现有技术的电路图。

## 具体实施方式

[0045] 以下,根据附图对本发明的实施方式进行说明。

[0046] 图1是表示本发明实施方式的电路图。图1中,在作为蓄电装置的电容器30的两端,连接由半导体开关41~46组成的三相电压型逆变器40的正负直流端子,三相的交流电动机

50与逆变器40的各交流端子相连接。

[0047] 另一方面,在由电池等组成的直流电源10的正极与负极之间连接将半导体开关91、92串联连接的上下臂部90,半导体开关91、92彼此的连接点与交流电动机50的中性点50a相连接。这里,将半导体开关91、92称为第1、第2半导体开关,将上下臂部90称为第1上下臂部。

[0048] 此外,上下臂部90的正极端子(直流电源10的正极)通过由双向性的半导体开关或者机械式开关组成的开闭开关100与逆变器40的一方的直流端子(正极端子)连接,上下臂部90的负极端子(直流电源10的负极)与逆变器40的另一方的直流端子(负极端子)进行直接连接且保持在相同电位。

[0049] 此外,也可将开闭开关100连接于上下臂部90的负极端子和逆变器40的负极端子之间,将上下臂部90的正极端子与逆变器40的正极端子直接连接且保持在相同电位。

[0050] 此外,虽未图示,但也可在上下臂部90的正极端子与逆变器的正极端子之间、以及上下臂部90的负极端子与逆变器的负极端子之间,分别连接开闭开关。此时,在电力转换系统的运行中,通过后述的动作使一方的开闭开关(与此实施方式的开闭开关100相当)导通或者断开并且使另一方的开闭开关一直成为导通状态,将该开闭开关的两端保持在相同电位,在电力转换系统停止时使该开闭开关断开即可。

[0051] 上述结构中,半导体开关41~46、91、92如图1括号所示,由IGBT等半导体开关元件以及与其逆并联连接的续流二极管构成。

[0052] 接着,说明此实施方式的动作。

[0053] 若使图1的开闭开关100导通并使上下臂部90的半导体开关91、92断开,则直流电源10以及电容器30与逆变器40的直流电路并联连接,电路整体构成由通常的三相电压型逆变器组成的交流电动机驱动系统。因此,逆变器40按照从控制电路(未图示)提供的预定的电压指令进行PWM控制等,通过使半导体开关41至46导通、断开,从而将直流电压转换成三相交流电压并提供给交流电动机50。

[0054] 接着,在使开闭开关100断开的状态下,分时段地进行使逆变器40的上臂或者下臂的半导体开关全部导通或者断开来控制零相电压(作为零相转换器进行动作)的开关动作、以及通过正相分电压指令对逆变器40进行的开关动作时,图1的电路等效于图2。

[0055] 图2中,40A是将作为零相转换器的逆变器40等效示出的上下臂部,上臂的半导体开关47相当于同时导通或者断开的图1的半导体开关41、43、45,下臂的半导体开关48相当于同时断开或者导通的图1的半导体开关42、44、46。这里,将构成上下臂部40A的半导体开关47、48称为第3、第4半导体开关,将上下臂部40A称为第2上下臂部。

[0056] 图1所示的电路结构下,图2中的半导体开关47、48彼此的连接点通过交流电动机50的漏电感(零相电感)51与上下臂部90的半导体开关91、92彼此的连接点相连接,通过这些上下臂部40A、90以及漏电感51构成升降压转换器70A。

[0057] 图2所示的电路作为整体的结构与上述图6实质上是相同的,图2中的升降压转换器70A例如与日本专利第3666557号公报的图3、日本专利第5029315号公报的图1、图2等中记载的电路具有相同功能。

[0058] 如这些公知文献所揭示的那样,在将正相分电压指令与零相分电压指令合成并提供给构成图1的逆变器40的半导体开关41至46时,可首先通过与正相分电压指令相对应的

通常的逆变器动作,将电容器30的电压转换成三相交流电压并施加至交流电动机50。

[0059] 此外,与零相分电压指令相对应控制逆变器40的零相电压,通过作为等效构成的零相转换器的上下臂部40A、和另一方的上下臂部90的开关动作,能够在直流电源10与电容器30之间交换零相电力并进行升降压动作。例如,若通过零相分电压指令使图1的逆变器40的下臂的半导体开关42、44、46同时导通(使图2的半导体开关48导通)且使上下臂部90的半导体开关91导通,则从直流电源10向漏电感51储存能量。接着,若使图1的逆变器40的下臂的半导体开关42、44、46同时断开(使图2的半导体开关48断开)并且使半导体开关91断开,则漏电感51的储存能量通过半导体开关41、43、45(图2的半导体开关47)的续流二极管以及半导体开关92的续流二极管提供给电容器30,因此能够对电容器30进行充电。此外,也可在使半导体开关42、44、46同时断开时,使半导体开关91保持导通状态。

[0060] 即,图2的升降压转换器70A通过上下臂部40A的半导体开关47、48以及图1、图2中的上下臂部90的半导体开关91、92的导通、断开控制,从直流电源10向图2的漏电感51流入电流并储存能量,而且将此能量通过图2的半导体开关47、92的续流二极管提供给电容器30,因此能使用直流电源10的能量对电容器30进行充电。

[0061] 这里,上下臂部90的半导体开关91、92以及漏电感51作为降压斩波器进行动作,上下臂部40A的半导体开关47、48以及漏电感51作为升压斩波器进行动作。因此,通过调整构成升降压斩波器的半导体开关91、92、47、48的占空比,从而能够以较大的自由度控制相对于直流电源10电压的逆变器40的直流电压(电容器30的电压)、以及逆变器40的交流输出电压。

[0062] 如上所述,在此实施方式中,在使图1的开闭开关100导通且使上下臂部90的半导体开关91、92断开的状态下,通过与直流电源10直接连接的通常的逆变器40的动作能够驱动交流电动机50。在此动作模式中不进行升压动作,因此与如图5那样在逆变器40运行中一直进行升压动作的现有技术相比控制得到简化,并且也不会发生由交流电动机50的中性点电流产生的损耗。

[0063] 此外,在使图1的开闭开关100断开并使逆变器40作为零相转换器进行动作,且对上下臂部90的半导体开关91、92进行开关动作时,即使不像以往那样使用电抗器,也能利用漏电感51进行升降压动作,因此能够使装置整体小型化、低价化。

[0064] 同时,如上所述,使升降压转换器70A作为升降压斩波器进行动作,因此逆变器40的直流电压的自由度变大,能够输出期望大小的交流电压以驱动交流电动机50。

[0065] 而且,例如电动汽车、混合动力汽车中使用的永磁体同步电动机一般具有如图3所示的速度-扭矩特性,电动机的电流与扭矩几乎成正比,因此可以认为速度-电流特性也与图4几乎相同。

[0066] 根据图3,越是在电动机的高速区域,电流需要越少,换言之,相对于预先设定的发热量可使中性点电流(零相电流)流动的余地较大,因此本实施方式中适合于在不需要很大扭矩的高速区域中进行升压动作的情况。

[0067] 交流电动机的端子电压一般随着旋转速度的上升而上升,因此如果能够进行升压动作,则可以与之对应地将电动机的端子电压设计为高电压。其结果是,可抑制电动机中流动的电流,能够有助于使对电动机提供电力的电缆的直径变细、使连接端子、半导体元件小型化、通过减小电容使装置整体小型轻量化、低成本化。

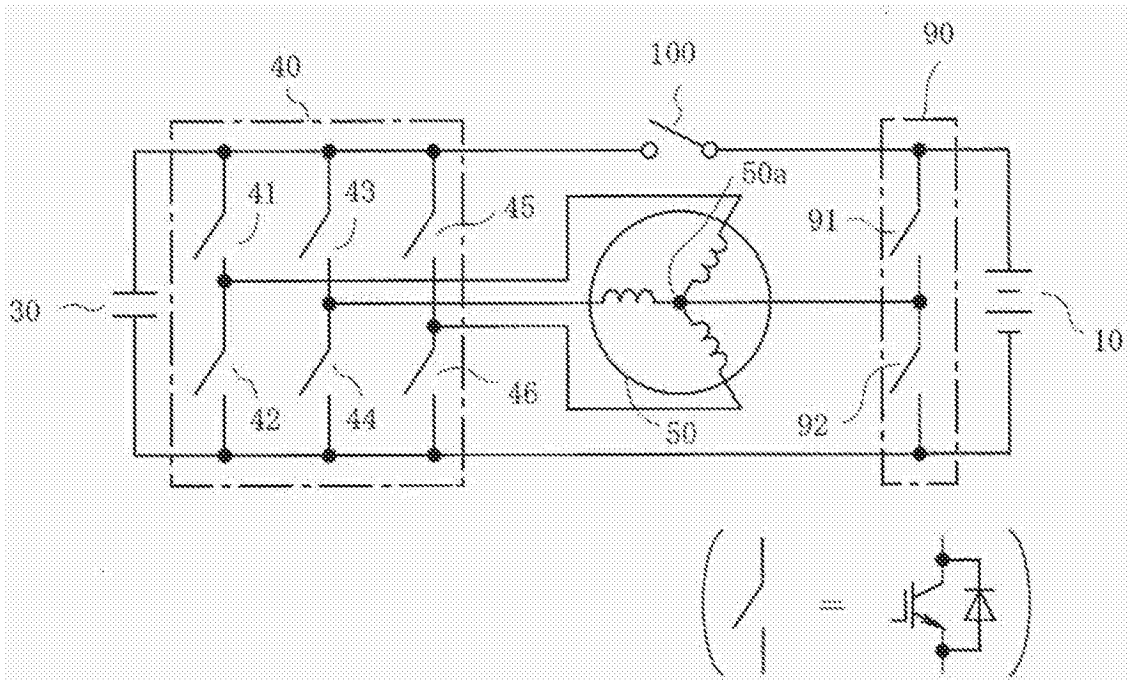


[0068] 工业上的实用性

[0069] 本发明例如以电动汽车、混合动力汽车等中搭载的车载式电力交换系统为首,可以用于通过逆变器驱动负载的各种驱动系统中。

[0070] 标号说明

- [0071] 10 直流电源
- [0072] 30 电容器
- [0073] 40 逆变器
- [0074] 40A 第2上下臂部
- [0075] 41 至48半导体开关
- [0076] 50 交流电动机
- [0077] 50a 中性点
- [0078] 70A 升降压转换器
- [0079] 90 第1上下臂部
- [0080] 91、92 半导体开关
- [0081] 100 开闭开关



- 10: 直流电源
- 30: 电容器
- 40: 逆变器
- 41~46: 半导体开关
- 50: 交流电动机
- 50a: 中性点
- 90: 上下臂部
- 91、92: 半导体开关
- 100: 开闭开关

图1

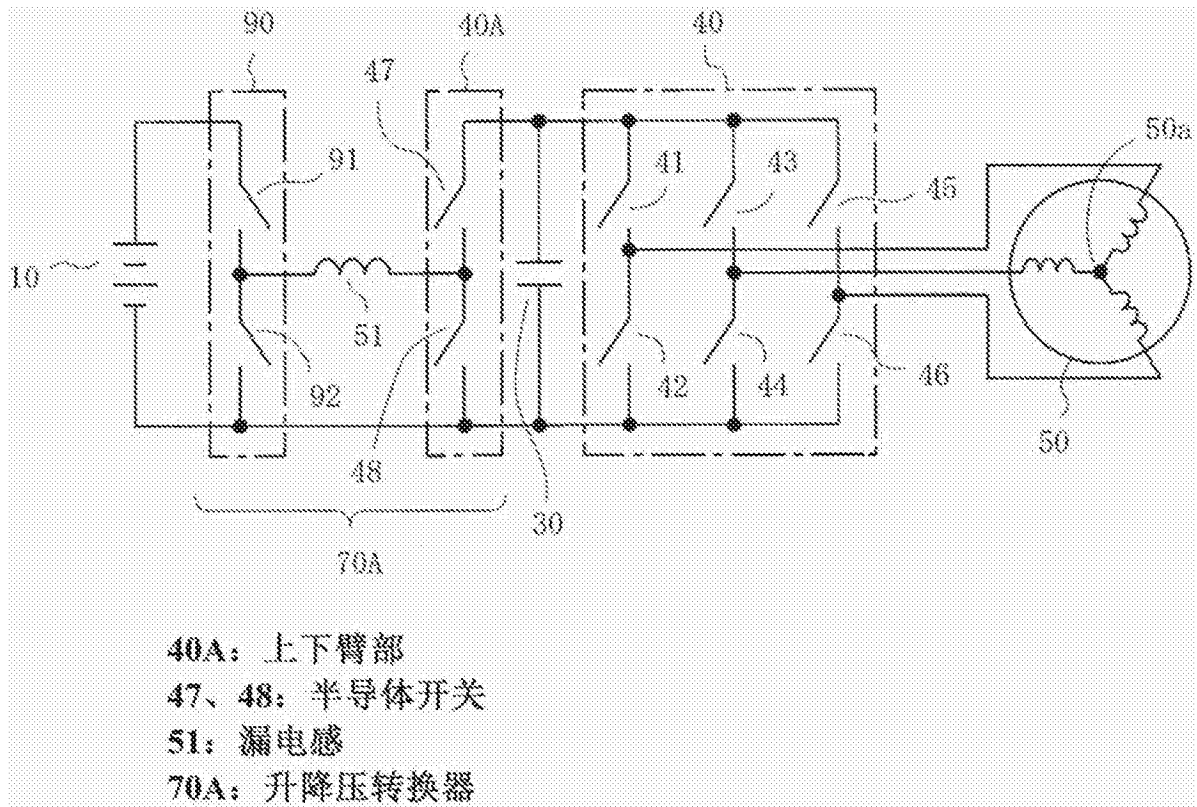


图2

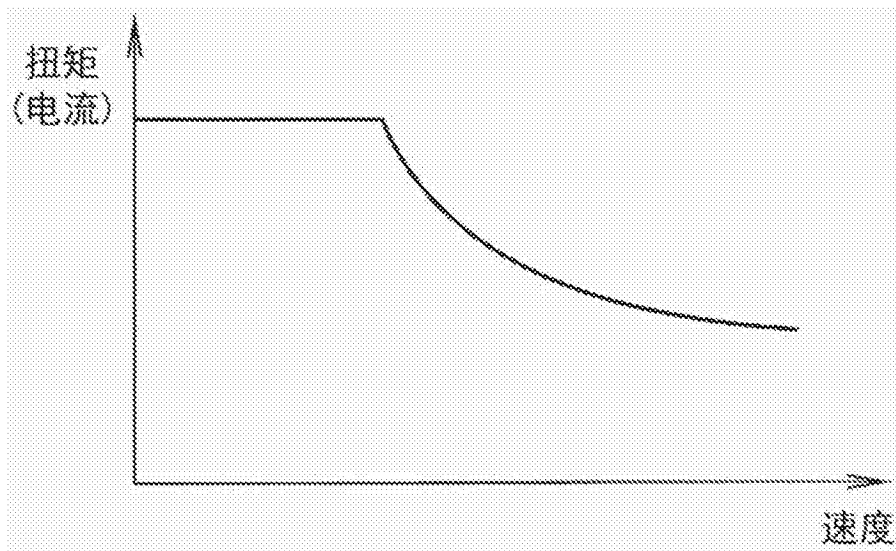


图3

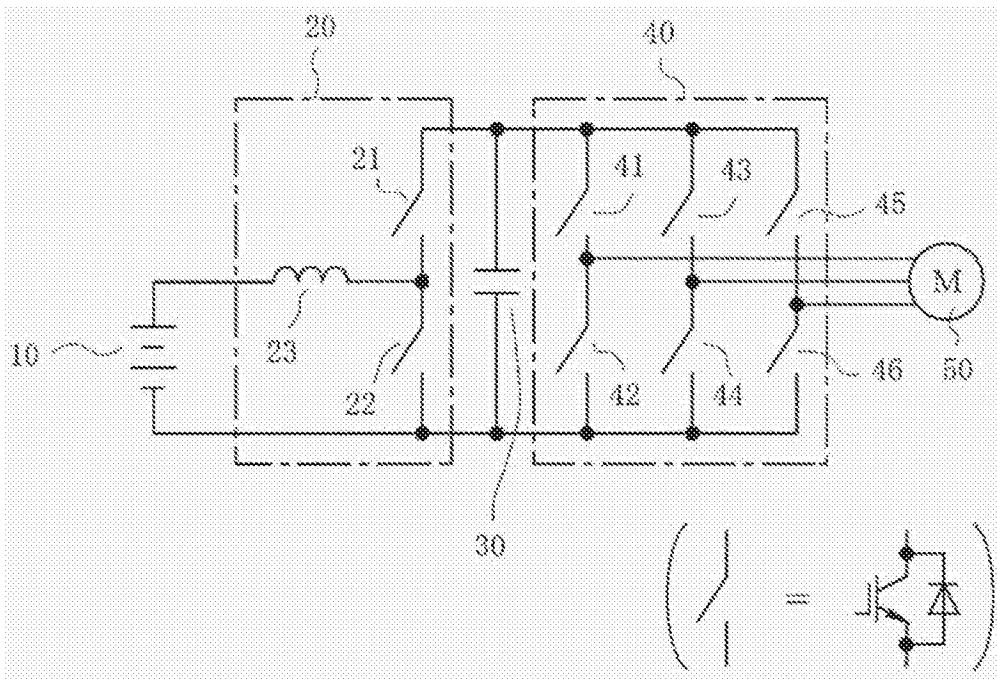


图4

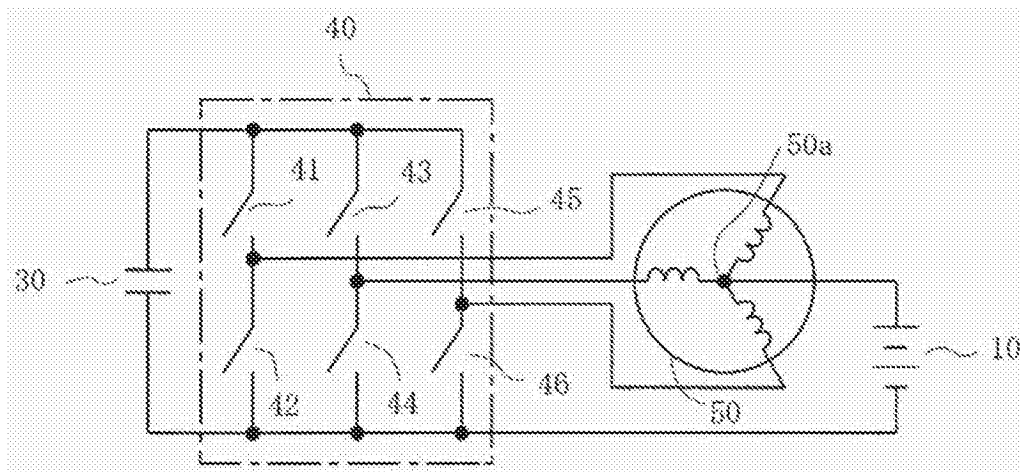


图5

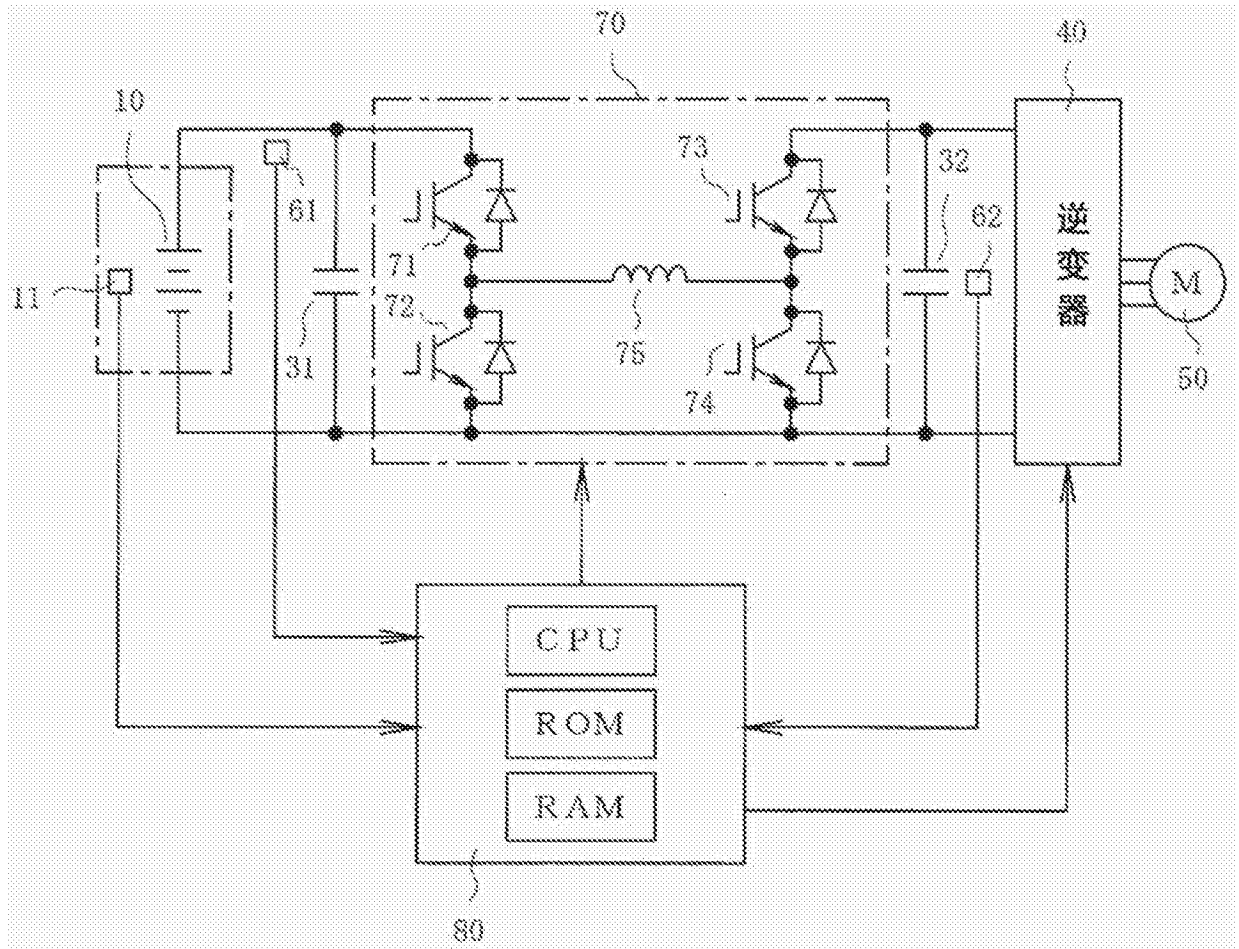


图6