



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103296945 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201310067137.4

(22)申请日 2013.03.04

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103296945 A

(43)申请公布日 2013.09.11

(30)优先权数据  
1251937 2012.03.02 FR

(73)专利权人 阿尔斯通运输科技公司  
地址 法国圣旺艾伯特达伦大街48号

(72)发明人 D·西伯斯 O·贾科莫尼  
S·贝林 G·德波斯

(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 魏小微

(51)Int.Cl.

H02P 6/10(2006.01)

H02H 7/085(2006.01)

(56)对比文件

CN 1538607 A,2004.10.20,

CN 2128627 Y,1993.03.24,

EP 1544974 A1,2005.06.22,

US 2011/0043152 A1,2011.02.24,

审查员 郭琳

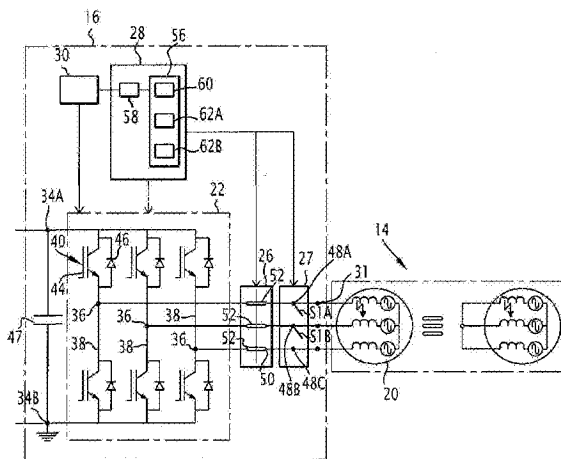
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

同步电机馈电链、含该链的电牵引系统及其  
该链的控制方法

(57)摘要

本发明涉及同步电机馈电链、含该链的电牵  
引系统及其该链的控制方法。根据本发明的馈电链  
(16)具有用于为具有M个相的同步电机(14)供电  
的M个馈电输出(31),该馈电链(16)包括:一变流器  
(22),用于把直流输入电流转换成多相交流电  
流,一存储体,一检测装置(30),用于检测电机  
(14)的内部或外部短路,一用于使电机(14)与多  
相交流电流的过压和/或过流绝缘的绝缘设备  
(26),以及一控制装置(28),用于控制变流器  
(22)和绝缘设备(26)。该馈电链(16)包括能够把  
M个电源输出(31)彼此连接的短路装置(27),控  
制装置(28)能够操控短路装置(27)以执行该操  
作。



1. 一种具有用于为具有M个相的同步电机(14)供电的M个电源输出(31)的馈电链(16, 86), 该馈电链(16, 86)包括:

-变流器(22), 用于把直流输入电流转换成包括多个相、即M个相的多相交流输出电流, 该变流器(22)包括两个输入端子(34A, 34B)和M个输出端子(36)以及M个开关支路, 并且能够把多相交流输出电流传送给所述同步电机(14),

-存储体(24), 包括被布置在变流器(22)的输入端子之间的至少一个存储电容器(47),

-检测装置(30), 用于通过测量变流器的开关支路中循环的电流来检测同步电机内部或外部短路,

-用于使同步电机(14)与多相交流输出电流的过压和/或过流绝缘的绝缘设备(26), 该绝缘设备(26)被布置在变流器(22)与M个电源输出(31)之间并且包括多个支路、即M个支路(50), 每个支路(50)包括被布置在变流器(22)和M个电源输出(31)中的一个电源输出之间的用于使所考虑的相断路的至少一个电开关(52), 以及

-控制装置(28), 用于控制变流器(22)和绝缘设备(26), 当检测装置检测到短路时控制装置断开绝缘设备,

其特征在于, 检测装置(30)还被配置为通过用于测量同步电机内部的空气温度的温度传感器来确定所检测到的短路是否为同步电机(14)内部的短路, 并且馈电链(16, 86)还包括能够在确定同步电机内部的短路时把M个电源输出(31)彼此连接的短路装置(27, 40, 80, 88), 控制装置(28)能够操控短路装置(27, 40, 80, 88)以把M个电源输出(31)彼此连接。

2. 根据权利要求1所述的馈电链(16, 86), 其特征在于, 短路装置(27, 80)布置在变流器(22)和M个电源输出(31)之间。

3. 根据权利要求1或2所述的馈电链(16, 86), 其特征在于, 绝缘设备和短路装置位于同一绝缘接触器中, 绝缘接触器包括M个电开关(84), 每个电开关连接在同步电机的M个相中的一个相和变流器的输出端子之间, 每个电开关(84)具有三个可能的开关状态, 在第一状态中同步电机和变流器彼此绝缘, 在第二状态中同步电机和变流器电气连接, 以及在第三状态中电源输出彼此连接。

4. 根据权利要求1所述的馈电链(16, 86), 其特征在于, 短路装置(88)布置在存储体(24)和变流器(22)之间。

5. 根据权利要求1或2所述的馈电链(16, 86), 其特征在于, 控制装置(28)和检测装置(30)共用位于控制装置(28)内的同一计算机。

6. 根据权利要求1或2所述的馈电链(16, 86), 其特征在于, 相的数量M等于3。

7. 一种电牵引系统(10), 包括同步电机(14)和该同步电机(14)的馈电链(16, 86), 其特征在于, 馈电链(16, 86)是根据前述权利要求中任一项所述的馈电链, 并且能够对同步电机(14)的定子(20)进行馈电, 定子(20)被连接作为馈电链(16, 86)的输出。

8. 一种根据权利要求1-6之一所述的馈电链(16, 86)的控制方法, 包括用于通过测量变流器的开关支路中流通的电流来检测同步电机(14)的外部或内部短路的检测步骤(66), 以及当检测到短路时断开绝缘设备的至少一个电开关以便使同步电机与变流器绝缘的步骤, 其特征在于, 该方法还包括通过使用所述温度传感器测量同步电机内部的空气温度来确定所检测到的短路是否为同步电机内部的短路的步骤, 以及在检测到同步电机(14)内部的短路时, 则该方法包括使用短路装置(27, 80, 88)通过在馈电链(16, 86)的M个电源输出(31)之

---

间的电连接使同步电机(14)的M个相短路的步骤(74)。

## 同步电机馈电链、含该链的电牵引系统及该链的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有用于为具有M个相的同步电机供电的M个馈电输出的馈电链，该馈电链包括：

[0002] 一变流器，用于把直流输入电流转换成包括多个相、即M个相的多相交流输出电流，该变流器包括两个输入端子和M个输出端子，并且能够把多相交流电流传送给所述电机；

[0003] 一存储体，包括被布置在变流器的输入端子之间的至少一个存储电容器，

[0004] 一检测装置，用于检测电机外部的短路，

[0005] 一用于使电机与多相交流电流的过压和/或过流绝缘的绝缘设备，该绝缘设备被布置在变流器与M个馈电输出之间并且包括多个支路、即M个支路，每个支路包括被布置在变流器和M个输出中的一个输出之间的用于使所考虑的相断路的至少一个电开关，以及

[0006] 一控制装置，用于控制变流器和绝缘设备。

[0007] 本发明还涉及包括同步电机和电机的该馈电链的电牵引系统。

[0008] 本发明还涉及控制同步电机的该馈电链的方法。

[0009] 特别地，本发明应用于配备具有永磁体的同步电机和该电机的馈电链的高速列车。

### 背景技术

[0010] 上述类型的馈电链是已知的。当在电机内部或外部出现短路时，检测到馈电电流的过压或过流。如果在电机外部出现短路，则通常采用的方案包括使用控制装置来操控绝缘设备的开关的断开。该方案使得能够使电机与馈电链绝缘并由此保护电机免受检测到的过压或过流的影响。

[0011] 然而，如果在电机内部出现短路，则在电机内部产生较大的脉冲式扭矩以及短路电流。这时断开绝缘设备就不足以充分地减小那些脉冲式扭矩以及电流的幅度。事实上，电机被其中安装有该电机的列车的车轮驱动，由此以“交流发电机”模式工作。所产生的脉冲式扭矩以及短路电流就有导致不希望的现象（例如轴锁）的风险。

### 发明内容

[0012] 因此本发明的一个目的是提出电机的馈电链，该馈电链使得能够在电机内部出现短路期间减小在电机内部产生的脉冲式扭矩以及短路电流的幅度。

[0013] 为此，本发明涉及前述类型的馈电链，其中检测装置还可以检测电机内部的短路，并且馈电链包括能够把M个电源输出彼此连接的短路装置，控制装置能够操控短路装置以执行该操作。

[0014] 根据其它实施例，馈电链包括被单独考虑或根据所有技术上可能的组合的以下特征的一个或多个：

[0015] 一短路装置布置在变流器和M个电源输出之间；

- [0016] 一短路装置包括M个电开关,并且每个开关具有三个可能的开关状态;
- [0017] 一短路装置布置在存储体和变流器之间;
- [0018] 一控制装置和检测装置共用位于控制装置内的同一计算机;
- [0019] 一相的数量M等于3。
- [0020] 本发明还涉及电牵引系统,包括同步电机和该电机的馈电链,其中馈电链如上面定义。
- [0021] 本发明还涉及前述类型的馈电链的控制方法,包括用于检测电机的外部或内部短路的检测步骤,其中,如果在检测步骤期间检测到的短路是在电机内部,则该方法包括使用短路装置通过在馈电链的M个电源输出之间的电连接使电机的M个相短路的步骤。

### 附图说明

- [0022] 通过阅读参照附图进行的、仅以非限定性示例提供的以下描述将更清楚本发明的这些特征和优点,在附图中:
- [0023] 一图1是根据本发明的连接到直流电压源的牵引系统的图解,包括根据第一实施例的馈电链和同步电机,
- [0024] 一图2是当图1的电机被供给电流时图1的馈电链的电气图,
- [0025] 一图3是在电机和馈电链之间的电绝缘步骤期间图1的馈电链的图解,
- [0026] 一图4是在使馈电链的供电输出短路的步骤期间与图3的图解类似的图解,
- [0027] 一图5是示出根据本发明的馈电链的控制方法的流程图,
- [0028] 一图6是根据本发明的一个替代实施例的图1的馈电链的图解,以及
- [0029] 一图7是根据本发明的第二实施例的馈电链的电气图。

### 具体实施方式

- [0030] 在图1中,安装在轨道车辆上的电牵引系统10连接到直流电压源12。直流电压源12例如是连接到电网的悬链线。直流电压源12传送具有大于600V(例如等于3kV)的额定输出电压。
- [0031] 电牵引系统10包括同步电机14和根据第一实施例的电机的馈电链16。馈电链16连接到用于向其供电的直流电压源12。
- [0032] 电机14包括转子18和定子20。转子18包括永磁体。定子20包括被设计为由馈电链16供电的绕组。电机14例如是具有永磁体的多相同步电机。电机14例如具有介于50kW和2MW之间的额定功率。
- [0033] 馈电链16包括把直流输入电流转换为多相交流输出电流的变流器22,该变流器22被布置在直流电压源12的输出端。馈电链16还包括布置在直流电压源12和变流器22之间的存储体24,以及包括布置在变流器的输出端的绝缘设备26。
- [0034] 馈电链16还包括布置在绝缘设备26和电机14之间的用于短路电机14的相的短路装置27以及用于控制变流器22、绝缘设备26和短路装置27的控制装置28。馈电链16还包括用于检测电机内部或外部的短路的装置30。馈电链16具有M个供电输出31,M是整数。
- [0035] 变流器22包括正输入端子34A、负输入端子34B以及M个输出端子36。每个输出端子36对应于可被变流器22传送的多相交流输出电流中的相应一个相。

[0036] 在图2的示例实施例中,输出端31的数量M、输出端子36以及相等于3。在同一实施例中,变流器22是两电平三相逆变器。或者,变流器22是三电平逆变器。逆变器22包括用于与相应的相A、B、C对应的各个输出端子36的开关支路38。

[0037] 每个开关支路38连接在第一输入端子34A和第二输入端子34B之间。每个开关支路38包括两个电开关40,这两个电开关40串行连接、在同一方向上、并且彼此通过中点连接,每个中点形成与输出电流的相应的相A、B、C对应的输出端子36。

[0038] 如已知的那样,每个电开关40都是双向电流和单向电压开关。每个电开关40包括晶体管40和反并行连接的二极管46,由此确保当晶体管44导通时的双向电流环路。

[0039] 所有电开关40都例如是相同的。晶体管44例如是绝缘栅双极型晶体管(IGBT)。每个晶体管44的栅极连接到控制装置28以接收相应的控制信号。

[0040] 或者,每个电开关40包括在同一方向上串行连接的N个晶体管44以及N个二极管46,每个二极管46与晶体管44反并行连接,N是大于或等于2的整数。

[0041] 存储体24例如包括连接在两个输入端子34A、34B之间的存储电容器47。

[0042] 绝缘设备26能够在多相交流的过压和/或过流的情况下使电机14与馈电链16绝缘。在示例实施例中,绝缘设备26是真空管绝缘设备,其根据阿尔斯通运输股份有限公司于2006年9月21日提交的专利申请FR2906194的教导而制作。

[0043] 绝缘设备26包括M个开关支路50。在图2的示例实施例中,绝缘设备26包括三个开关支路50。每个开关支路50包括用于断开相应的相的电开关52。各个开关52具有两个同时发生的状态:断开状态和闭合状态,并且连接到控制装置28以接收相同的控制信号。每个输出36连接到电开关52。

[0044] 或者,每个开关支路50具有串行连接的P个电断路器52,P是大于或等于2的整数。

[0045] 短路装置27可以把M个输出端31彼此连接,每个输出端31对应于电机14的一个相。短路装置在该示例中是根据已知技术的采用传统空气断路器的双态接触器。或者,短路装置是具有真空管的双态断路器接触器,如文献FR2906194的参照图2描述的那样。接触器27被布置在绝缘设备26和电源输出端31之间。

[0046] 接触器27具有M个开关端子48。在图2的示例实施例中,接触器27具有三个开关端子48:第一开关端子48A、第二开关端子48B和第三开关端子48C。每个输出端31连接到接触器27的开关端子48A、48B和48C。

[0047] 开关S1A布置在端子48A和48B之间,开关S1B布置在端子48B和48C之间。

[0048] 各个开关S1A、S1B具有两个同时进行的状态:断开状态和闭合状态。

[0049] 在其闭合状态,开关S1A可以把第一开关端子48A连接到第二开关端子48B,并由此连接电机14的相A和B。在其断开状态,开关S1A能够使电机14的相A和B的输出电势彼此绝缘。

[0050] 在其闭合状态,开关S1B可以把第二开关端子48B连接到第三开关端子48C,并由此连接电机14的相B和C。在其断开状态,开关S1B能够使电机14的相B和C的输出电势彼此绝缘。

[0051] 每个开关S1A、S1B连接到控制装置28以接收相同的控制信号。

[0052] 或者,接触器27被任何具有两个位置的开关设备取代:第一位置能够使电机14的M个相彼此绝缘,第二位置能够从电机的输入点连接电机14的M个相。

[0053] 控制装置28连接到电开关40、S1A、S1B、52中的每个,如前面所述。因此准备控制装置28以把控制信号发送给变流器22、绝缘设备26以及接触器27。

[0054] 控制装置28包括例如由存储器56和数据处理器58组成的计算机。

[0055] 存储器56包括用于施加控制信号的软件60和控制规则。

[0056] 控制规则可以计算控制指令并把指令传送给软件60。为此,控制规则包括多个控制指令,包括:闭合每个开关S1A和S1B的指令62A,断开每个开关S1A和S1B的指令62B,以及闭合或断开开关52的指令。

[0057] 如已知的那样,软件60可以施加来自控制规则的控制指令。特别地,指令62A的施加使得能够在电机14内部出现短路时操控开关S1A和S1B的闭合。指令62B的施加使得能够在电牵引系统10的正常使用的条件下操控开关S1A和S1B的断开。

[0058] 数据处理器58可以根据所确定的事件来选择位于控制规则内部的控制指令。

[0059] 或者,控制装置28是以可编程逻辑元件的形式制成的,或者以专用集成电路的形式制成的。

[0060] 检测装置30连接到变流器22的开关支路38。检测装置30例如还连接到安装在控制装置28中的计算机。

[0061] 检测装置30能够通过测量变流器22的开关支路38中循环的电流和/或通过测量电机内部的空气温度来检测电机14内部或外部的短路。为了执行这些测量,检测装置30包括电压传感器和/或温度传感器。在温度检测的情况下,图中未示出,检测装置30连接到电机14。

[0062] 检测装置28能够把关于短路的检测信息传输给位于控制装置28中的计算机。

[0063] 现在使用图2至5说明馈送链16的操作。

[0064] 在图2所示的初始配置中,开关52全闭合,开关S1A和S1B全断开。变流器22和电机14经由绝缘设备26和接触器27电连接。变流器22把交变电流发送到电机14的在每个相A、B、C上的定子20。

[0065] 当发生电机14内部或外部的电缺陷比如短路时,在步骤66中检测装置30检测变流器22的开关支路38中循环的电流的过流。步骤66被示于图5中。

[0066] 在接下来的步骤68中,处理器58然后在控制规则中选择用于使开关52断开的指令。软件60执行用于使开关52断开的该指令。

[0067] 如图3所示那样,在步骤70中,开关52断开,并且开关S1A、S1B保持断开。电机14然后与馈电链16电绝缘。

[0068] 在接下来的步骤72中,如果短路是在电机14内部,则处理器58选择控制规则中的用于闭合接触器27的开关S1A、S1B的指令。软件60执行所述指令62A。

[0069] 如图4所示那样,开关S1A、S1B在接下来的步骤74中闭合。开关52保持断开。用于闭合接触器27的开关S1A、S1B的指令62A被软件60保持达对称时间(symmetrization time)。电机14的三个相A、B、C然后短路。电机被保护免受电缺陷的影响并继续根据已知额定模式在整个对称时间中操作。对称步骤74通过停止轨道车辆和/或负责确保修复电牵引系统10的操作员的干预结束。在步骤74的整个持续过程中,即,在整个对称时间中,电机14继续操作,但从“电机”操作模式过渡到电机被轨道车辆的车轮驱动的“交流发电机”操作模式。

[0070] 或者,在步骤66和步骤68之间,控制装置28有利地根据已知的对称方法来操控连

接到同样的输入端子34A、34B的短路装置40的闭合。短路装置40是电开关,例如三个。

[0071] 通过控制装置28使连接到同样的输入端子34A、34B的开关40的该闭合一方面使得能够便于绝缘设备26的开关52的断开,另一方面使电机14中循环的电流重新平衡(rebalance)。

[0072] 可见在检测电机14内部的短路之后,该控制方法使得能够在整个对称时间中减小电机中的脉冲式扭矩以及短路电流的幅度。

[0073] 此外,该控制方法使得能够大大减少逆变器22中的损失,这是因为其消除来自逆变器22的用于使电机的相短路的任何操控。

[0074] 该实施例是本发明的优选实施例。

[0075] 在未示出的替代实施例中,检测装置30被布置在短路装置27的输出端并连接到电机14。根据该替代实施例,检测装置30也连接到安装在控制装置28中的计算机,并且能够测量任何时刻的电机14的相电流。

[0076] 根据该替代实施例的馈电链16的操作由相同的步骤66至72描述,对应于优选实施例的操作。与优选实施例不同的是,在对称步骤74期间,检测装置30在所有时间测量电机14的相电流。只要在相电流之间存在不平衡,就维持用于闭合接触器27的开关S1A、S1B的指令62A并且电机14的三个相A、B、C保持短路。如果在附加步骤中由检测装置58供给的电流的测量值表示重新建立了平衡,则处理器58选择用于闭合开关S1A、S1B的指令62B。软件60执行该指令以闭合开关S1A、S1B并且馈电链16返回图3示出的配置。

[0077] 又一个替代方式,未示出,短路装置27被布置在变流器22和绝缘设备26之间。绝缘设备26然后连接到电机14。根据该替代实施例,短路装置27例如是双向接触器,或断路器。

[0078] 根据该替代实施例的馈电链16的操作由相同的步骤66至72描述,对应于优选实施例的操作。这些步骤因此不再描述。与优选实施例不同的是,在对称步骤74期间,开关52不保持断开。更具体地,在接触器27的开关S1A、S1B的闭合之后,处理器58从控制规则中选择用于闭合开关52的指令。软件60执行该指令以闭合开关52并且开关52闭合。

[0079] 在图6示出的另一替代示例中,绝缘设备和短路装置位于同一外壳80中。则在该示例中短路装置80是具有三个状态的绝缘接触器。绝缘接触器80例如是真空管接触器。

[0080] 绝缘接触器80包括M个开关支路,每个开关支路82被连接在变流器22的输出端子36和电机14的定子20的M个相中的一个之间。

[0081] 在图6的示例实施例中,相的数量M等于3。绝缘接触器80包括三个支路82:第一支路82A、第二支路82B和第三支路82C。

[0082] 每个支路82A、82B和82C包括三态开关84。

[0083] 每个开关84能够根据施加在其端子上的电控制信号来在第一状态、第二状态和第三状态之间切换。图6中示出的第一状态对应于电机14和变流器22之间的电绝缘。第二状态对应于电机14和变流器22之间的电连接。第三状态对应于链16的输出端31之间的电连接。

[0084] 控制装置28连接到绝缘接触器80的每个开关84,并能够把控制信号发送到所述开关84。

[0085] 根据该替代实施例的馈电链16的操作与优选实施例的操作类似,并因此不再描述。

[0086] 图7示出本发明的第二实施例,与前面描述的第一实施例类似的元件使用相同的

标记标识。

[0087] 根据第二实施例,电牵引系统10包括同步电机14和该电机的馈电链86。

[0088] 馈电链86包括被布置在存储体24和变流器22之间、用于使电机14的相短路的短路装置88。更具体地,短路装置88布置在电容器47与变流器22之间。

[0089] 在该示例中短路装置88是开关。开关80在两个输入端子34A、34B之间与电容器47并行连接。

[0090] 控制规则包括用于闭合开关88的指令90A以及用于断开开关88的指令90B。

[0091] 现在说明根据本发明的第二实施例的馈电链86的操作。

[0092] 在初始配置中,开关52闭合并且开关88断开。变流器22和电机14通过绝缘设备26而电连接。在电机的每个相A、B和C上,交流电流被变流器22传送给电机14的定子20。

[0093] 当发生电机14的内部或外部短路时,检测装置30在步骤中检测在变流器22的开关支路38中循环的电流中的过流。

[0094] 在接下来的步骤期间,如果短路是在电机14的内部,则控制装置28操控变流器22的六个电开关40的断开。然后处理器58从控制规则中选择用于闭合开关88的指令90A。软件60执行所述指令90A。

[0095] 开关88然后在接下来的步骤期间闭合,开关52保持闭合。在对称时间期间软件60保持用于闭合开关88的指令90A。

[0096] 根据本发明的馈电链由此使得能够在电机内出现短路时减小在电机内产生的脉冲式扭矩和短路电流的幅度,由此避免不希望的现象的出现。

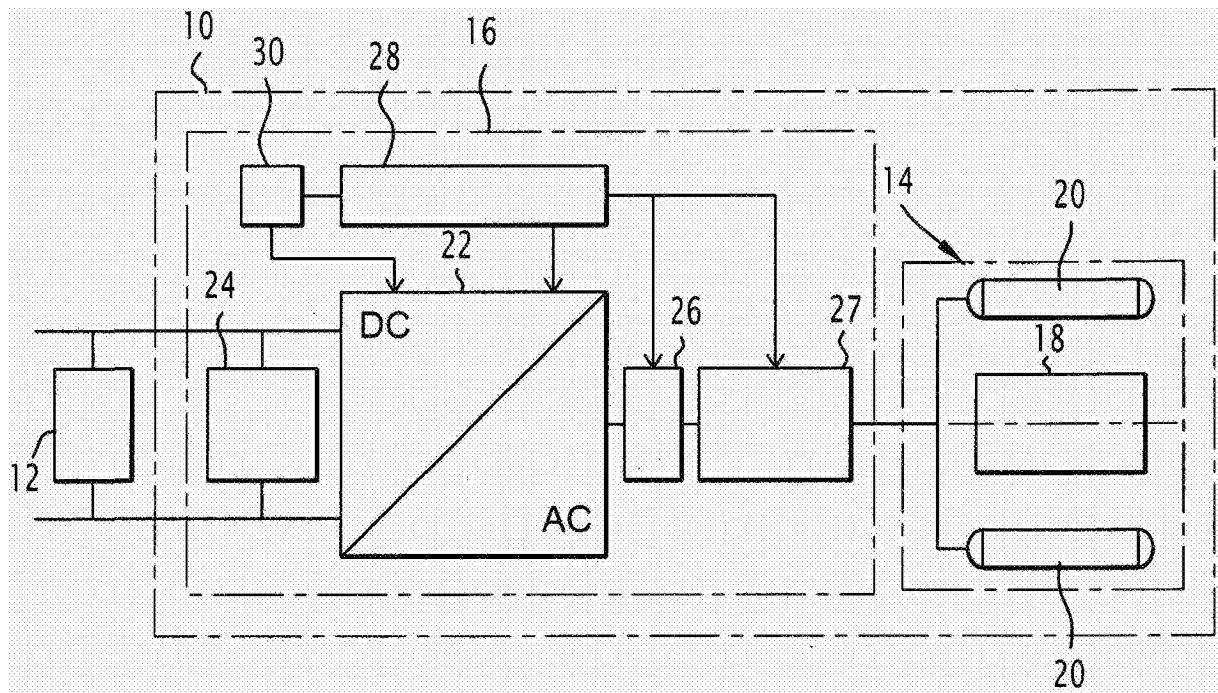


图1

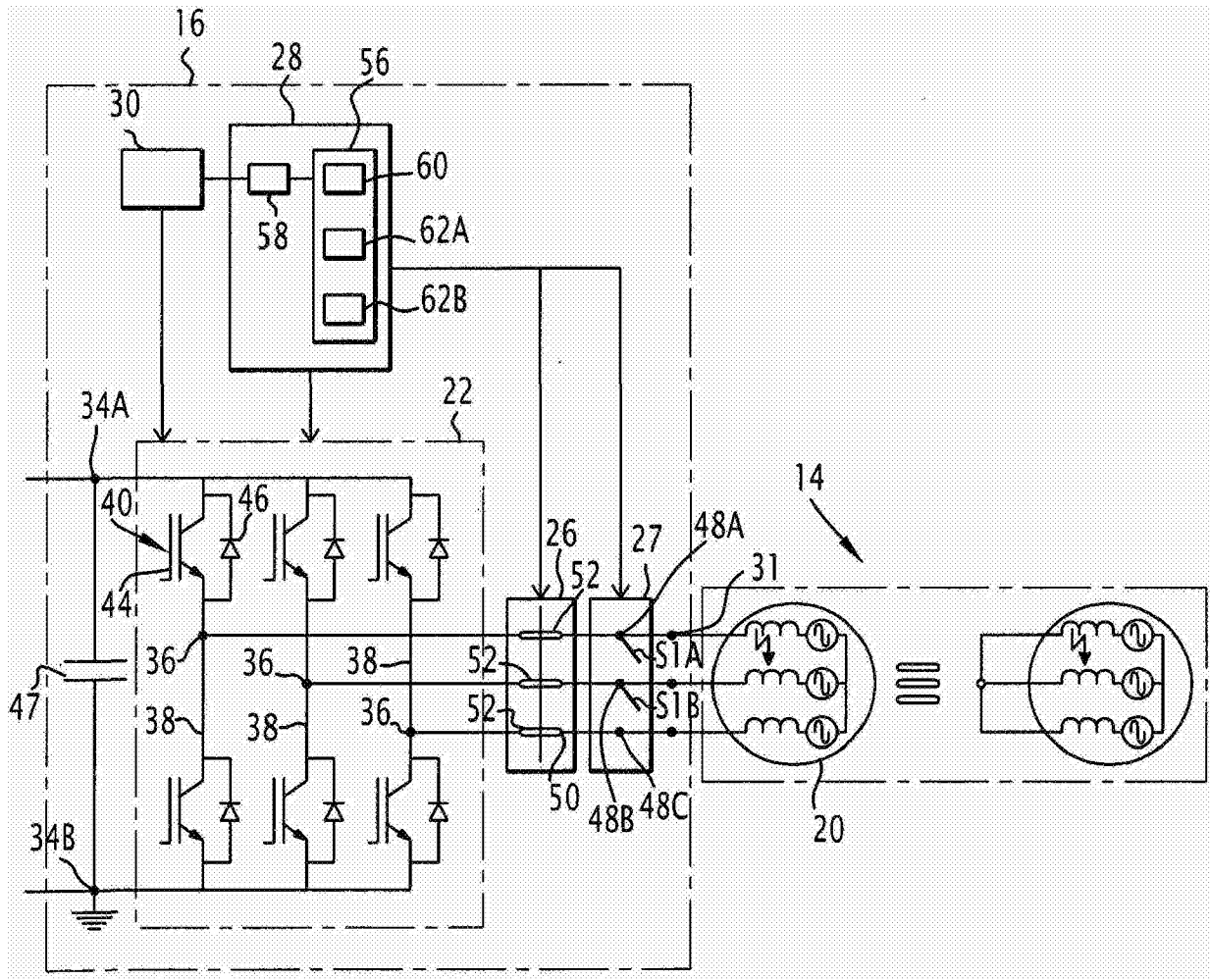


图2

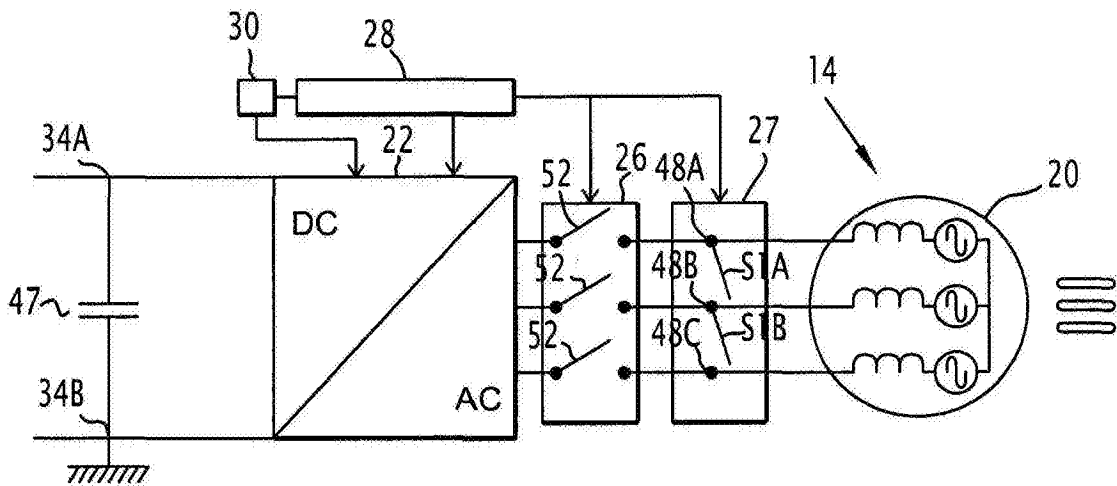


图3

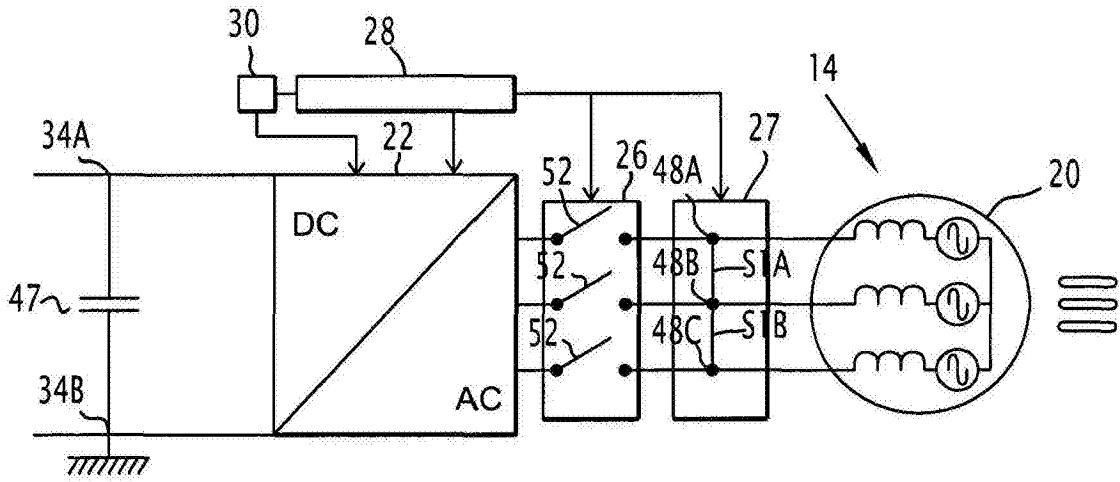


图4

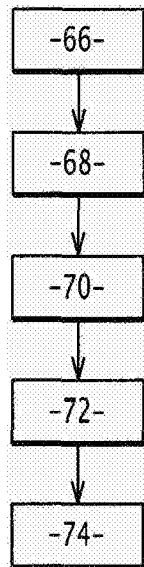


图5

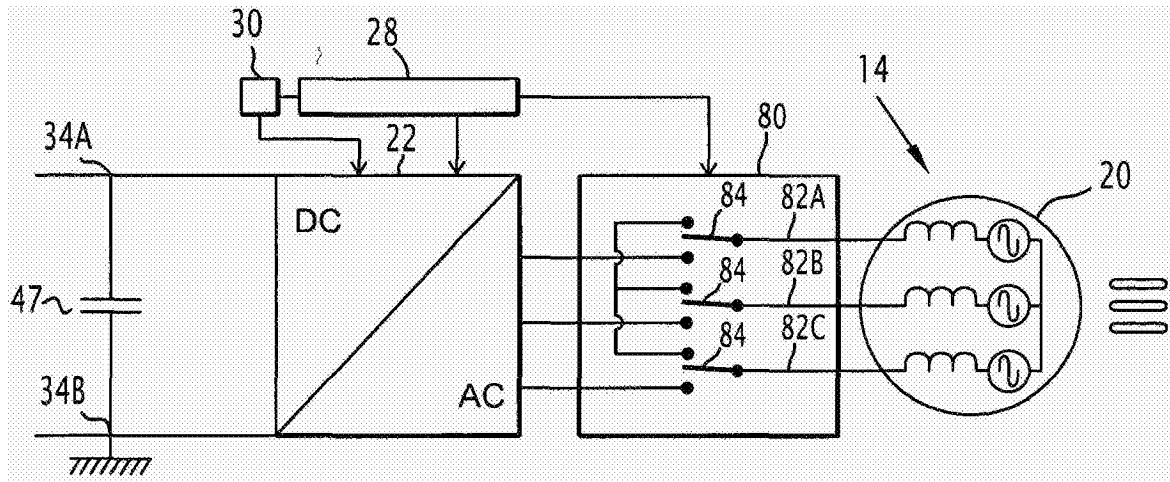


图6

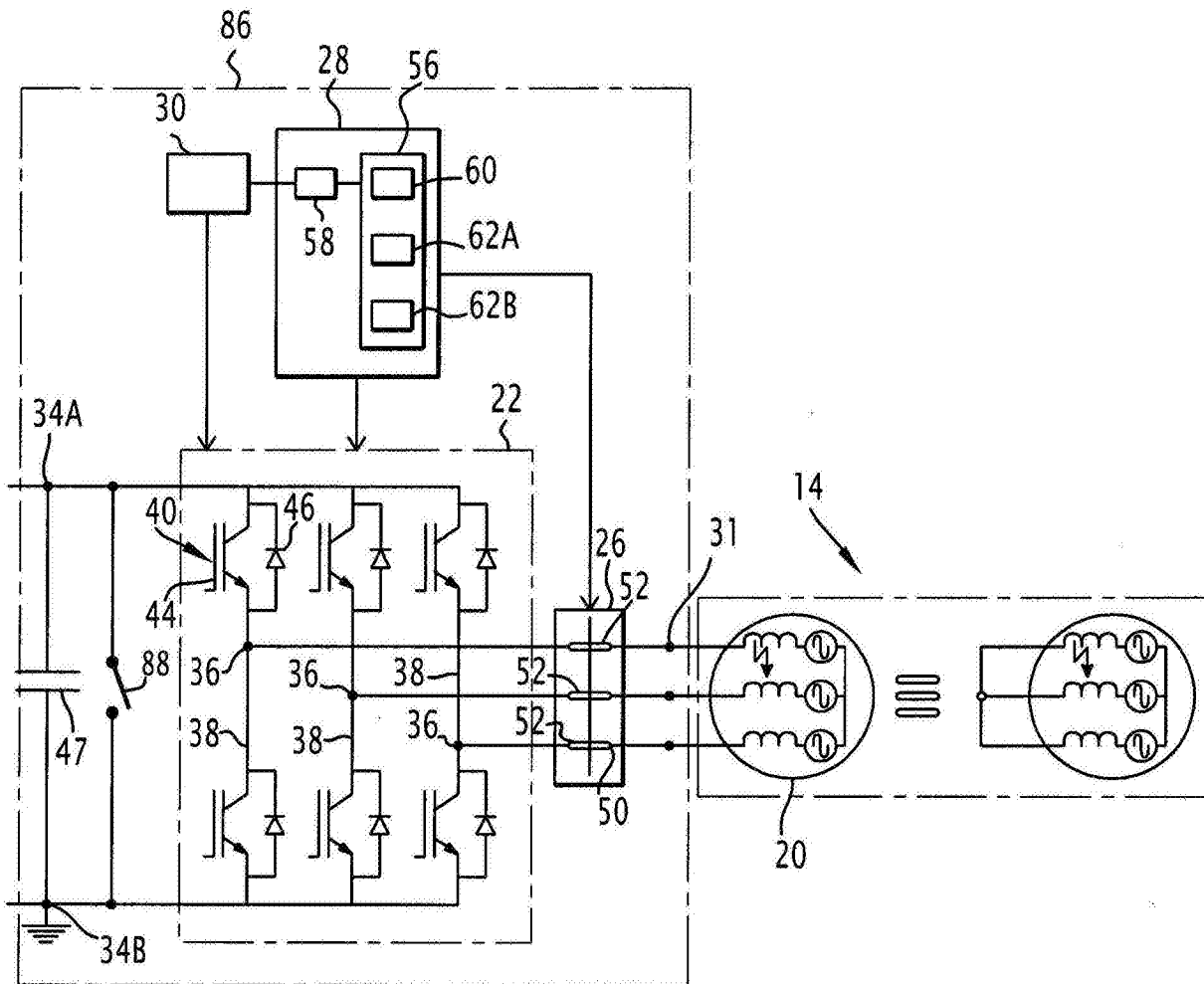


图7