



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111433989 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 25

(21) 申请号 201880076898.7

(22) 申请日 2018.12.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111433989 A

(43) 申请公布日 2020.07.17

(30) 优先权数据
15/854118 2017.12.26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.05.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2018/025334 2018.12.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/129384 EN 2019.07.04

(73) 专利权人 伊顿智能动力有限公司
地址 爱尔兰都柏林

(72) 发明人 李华强 J·P·厄普豪斯

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理
有限公司 11280
专利代理师 王勇

(51) Int.Cl.
H02H 3/033 (2006.01)
H02H 3/06 (2006.01)
H02H 3/16 (2006.01)
H02P 1/28 (2006.01)
H02P 1/30 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2005189889 A1, 2005.09.01
GB 2539204 A, 2016.12.14
审查员 郑悦

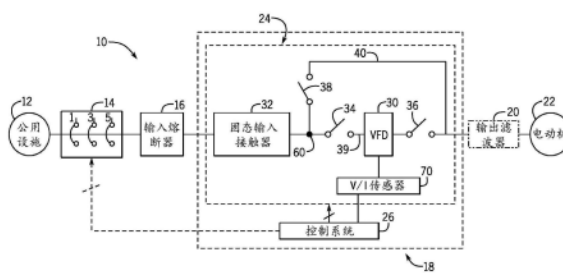
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

具有集成固态接触器和继电器的电动机控制系统及其操作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电动机控制系统,该电动机控制系统包括电动机开关组件,该电动机开关组件包括定位在转换器路径上的电源转换器、定位在电源转换器上游的转换器路径上的第一继电器、定位在与转换器路径平行的旁路路径上的第二继电器以及定位在转换器路径和旁路路径上游的固态开关单元。电动机控制系统还包括控制电动机开关组件的操作的控制系统,其中控制系统被编程为在导通模式、非导通模式和斜坡模式中之一者下操作固态开关单元,以便选择性地控制和调节通过其的功率流。控制系统还被编程为控制第一继电器和第二继电器在打开位置和闭合位置之间的切换,以沿着转换器路径或旁路路径选择性地路由功率。



1. 一种用于选择性地控制从电源到负载的功率的电动机控制系统,所述电动机控制系统包括:

电动机开关组件,包括:

电源转换器,所述电源转换器定位在转换器路径上并且被配置为从所述电源接收电力并向所述负载提供受控输出功率;

第一继电器,所述第一继电器定位在所述电源转换器上游的所述转换器路径上;

第二继电器,所述第二继电器定位在与所述转换器路径平行的旁路路径上;和

固态开关单元,所述固态开关单元定位在所述转换器路径和所述旁路路径的上游,所述固态开关单元包括多个固态开关;和

控制系统,所述控制系统控制所述电动机开关组件的操作,所述控制系统被编程为:

控制所述多个固态开关的切换以在导通模式、非导通模式和斜坡模式中之一者下操作所述固态开关单元,以便选择性地控制和调节通过其的功率流;以及

控制所述第一继电器和所述第二继电器在打开位置和闭合位置之间的切换,以沿着所述转换器路径或所述旁路路径选择性地路由电力。

2. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,其中所述电动机开关组件包括板级组件,其中所述电源转换器、转换器路径、旁路路径、固态开关单元以及第一继电器和第二继电器安装到或形成在印刷电路板(PCB)上。

3. 根据权利要求2所述的电动机控制系统,其中所述转换器路径和旁路路径包括形成于所述PCB的绝缘衬底上的导电迹线。

4. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,其中所述控制系统被编程为在功率转换模式或旁路模式下选择性地操作所述电动机开关组件,其中功率在所述功率转换模式下被路由到所述电源转换器并且在所述旁路模式下被路由到所述旁路路径。

5. 根据权利要求4所述的电动机控制系统,其中在所述电动机开关组件在所述功率转换模式下操作时,所述控制系统被编程为:

在所述导通模式下操作所述固态开关单元,其中所述多个固态开关处于导通状态;以及

在所述闭合位置中操作所述第一继电器并且在所述打开位置中操作所述第二继电器,使得电力被路由到所述电源转换器。

6. 根据权利要求4所述的电动机控制系统,其中在所述电动机开关组件在旁路模式下操作时,所述控制系统被编程为:

在所述导通模式下操作所述固态开关单元,其中所述多个固态开关处于导通状态;以及

在所述闭合位置操作所述第二继电器并且在所述打开位置操作所述第一继电器,使得电力通过所述旁路路径路由。

7. 根据权利要求4所述的电动机控制系统,其中在所述电动机开关组件在所述功率转换模式和所述旁路模式之间转换时,所述控制系统被编程为:

在所述非导通模式下操作所述固态开关单元,其中所述多个固态开关处于非导通状态;以及

当所述固态开关单元在所述非导通模式下操作时,在所述打开位置与所述闭合位置之

间选择性地切换所述第一继电器和所述第二继电器,使得所述第一继电器和所述第二继电器在零负载条件下切换。

8. 根据权利要求7所述的电动机控制系统,其中在将所述电动机开关组件从所述功率转换模式转换至所述旁路模式时,所述控制系统被编程为在所述斜坡模式下操作所述固态开关单元,其中选择性地切换所述多个固态开关的状态以从所述固态开关单元输出受控功率。

9. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,还包括定位在所述电源转换器下游的所述转换器路径上的第三继电器,并且其中所述控制系统被编程为控制所述第三继电器在打开位置和闭合位置之间的切换,并且使得所述第三继电器与所述第一继电器处于相同位置。

10. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,其中所述第一继电器和所述第二继电器具有小于所述负载的全额定电压的额定电压和不需要电动机浪涌载流能力的额定电流中的至少一者。

11. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,其中所述固态开关单元的所述多个固态开关包括可控硅整流器(SCR)或晶闸管中的一者。

12. 根据权利要求1所述的电动机控制系统,其中所述电源转换器包括变频驱动器(VFD)。

13. 一种操作电动机开关组件以控制从电源到负载的电力输送的控制器实现的方法,所述方法包括:

控制所述电动机开关组件以在功率调节模式或旁路模式中的一者下操作;

其中控制所述电动机开关组件以在所述功率调节模式下操作包括:

以导通模式操作所述电动机开关组件的固态开关单元;

操作处于闭合位置的所述电动机开关组件的输入继电器;以及

在打开位置操作所述电动机开关组件的旁路继电器,使得来自所述电源的电力被路由通过所述电源转换器;

其中所述固态开关单元定位在所述电源转换器的上游和所述输入继电器与所述旁路继电器并联连接的节点的上游;并且

其中控制所述电动机开关组件以在所述旁路模式下操作包括:

以导通模式操作所述固态开关单元;

在打开位置操作所述输入继电器;以及

在闭合位置操作所述旁路继电器,使得来自所述电源的电力绕过所述电源转换器。

14. 根据权利要求13所述的方法,进一步包括:

当在所述功率调节模式和所述旁路模式之间转换时,以非导通模式操作所述固态开关单元;以及

在所述非导通模式下操作所述固态开关单元时,在打开位置与闭合位置之间切换所述输入继电器和所述旁路继电器。

15. 根据权利要求14所述的方法,还包括在所述非导通模式下操作所述固态开关单元时,在零负载条件下将所述输入继电器和所述旁路继电器在打开位置和闭合位置之间切换。

16. 根据权利要求14所述的方法,还包括:

在从所述功率调节模式转换到所述旁路模式时,以斜坡模式操作所述固态开关单元;
以及

在所述斜坡模式期间,选择性地切换所述固态开关单元的多个固态开关以从所述固态开关单元输出受控功率。

17. 根据权利要求13所述的方法,进一步包括:

当所述电动机开关组件在所述功率调节模式下操作时,在闭合位置下操作位于所述电源转换器的输出处的输出继电器;以及

当所述电动机开关组件在所述旁路模式下操作时,在打开位置下操作所述输出继电器。

18. 一种用于控制从电源到负载的电力的板级电动机开关组件,所述板级电动机开关组件包括:

印刷电路板 (PCB) 结构;以及

多个保护和控制部件,所述多个保护和控制部件安装到所述PCB结构上,所述多个保护和控制部件包括:

多功能固态接触器,所述多功能固态接触器包括多个固态开关,所述多个固态开关能够选择性地切换以控制和调节通过所述多功能固态接触器的功率流;

变频驱动器 (VFD) 单元,所述变频驱动器 (VFD) 单元位于所述多功能固态接触器下游并且能够操作以向所述负载提供受控输出功率;

输入继电器,所述输入继电器定位在所述多功能固态接触器和所述VFD单元之间,并且能够切换以控制到所述VFD单元的功率流;和

旁路继电器,所述旁路继电器定位在所述多功能固态接触器和所述VFD单元之间并与所述输入继电器并联连接,所述旁路继电器能够切换以控制到旁路路径上的功率流,所述旁路路径围绕所述VFD单元路由功率流。

19. 根据权利要求18所述的板级电动机开关组件,其中所述多个保护和控制部件还包括定位在所述电源转换器的输出处的输出继电器,并且当处于打开位置时,所述输入继电器和所述输出继电器是否分别将所述VFD单元与所述电源和所述负载电隔离。

20. 根据权利要求18所述的板级电动机开关组件,其中所述输入继电器和所述旁路继电器各自具有小于连接到所述板级电动机开关组件的所述负载的全额定电压的额定电压和小于电动机浪涌载流能力的额定电流中的至少一者。

具有集成固态接触器和继电器的电动机控制系统及其操作方法

背景技术

[0001] 本发明的实施方案整体涉及电动机控制系统,并且更具体地讲,涉及具有多功能固态接触器的电动机控制系统,该多功能固态接触器与下游继电器集成以选择性地提供系统在功率转换和旁路操作模式下的操作。

[0002] 工业中常使用的执行功率转换的一种类型的系统是可调速驱动器(也称为变频驱动器(VFD))。VFD是一种工业控制设备,其为驱动系统诸如AC感应电动机提供可变频率、可变电电压操作。在使用中,VFD通常被设置为电动机控制系统以及整体控制和保护组件的一部分,其包括VFD以及输入/输出熔断器、断开器、断路器或其他保护设备、控制器、滤波器、传感器和旁路组件的布置,该旁路组件包括提供用于控制驱动系统的另选控制路径或机构的旁路接触器和软启动器中的一个或多个。

[0003] 通常,电动机控制系统的VFD以及相关联的保护和控制设备被提供为具有其自身外壳的分立部件,其中部件的布置被容纳在壳体内。部件的布置固定到壳体内部的支撑件(例如诸如DIN导轨)上,其中在部件之间提供布线以在它们之间提供电连接和/或通信。因此,当组装成单元时,部件的整体收集和容纳它们所需的壳体变得相当大且体积庞大,并且部件之间所需的布线量变得过量并且可妨碍部件的可接近性。

[0004] 具体地讲,对于电动机控制系统中包括的旁路组件,已知使用传统旁路组件作为解决方案以在VFD故障或其他情况(诸如需要维护的VFD、电动机从实用状态直接运行全速以提高系统效率等)的情况下提供系统冗余。因此希望提供旁路组件,尤其是如果/当VFD安装在关键环境和/或应用中时。如上所述,并且如现有技术图1所示,现有旁路组件1通常作为一个或多个附加分立部件添加到VFD设施,其中通常提供单独的输入接触器2、旁路接触器4、基于SCR的软启动器6和输出/过载继电器8。然而,所得的组合设施(包括单独的输入接触器2、旁路接触器4、软启动器6和输出/过载继电器8)在许多应用和/或安装站点中昂贵、复杂、体积庞大并且经常是不切实际的。

[0005] 因此,期望提供一种电动机控制系统,该电动机控制系统的占有面积最小化并且在部件之间需要较少的布线或不需要布线。还期望此类电动机控制系统仅使用所需的最小数量的分立部件来提供旁路能力,以便减小电动机控制系统的尺寸、成本和复杂性并提供增加的功能和灵活性。

发明内容

[0006] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于选择性地控制从电源到负载的功率的电动机控制系统。该电动机控制系统包括:电动机开关组件,该电动机开关组件包括定位在转换器路径上并且被配置成从电源接收电力并向负载提供受控输出功率的电源转换器;第一继电器,该第一继电器定位在电源转换器上游的转换器路径上;定位在与转换器路径并联的旁路路径上的第二继电器;以及定位在转换器路径和旁路路径上游的固态开关单元,该固态开关单元包括多个固态开关。电动机控制系统还包括控制电动机开关组件的操作的控

制系统。该控制系统被编程为控制多个固态开关的切换,以在导通模式、非导通模式和斜坡模式中的一者下操作固态开关单元,以便选择性地控制和调节通过其的功率流。控制系统还被编程为控制第一继电器和第二继电器在打开位置和闭合位置之间的切换,以沿着转换器路径或旁路路径选择性地路由功率。

[0007] 根据本发明的另一个方面,提供了一种控制器实现的操作电动机开关组件用于控制从电源到负载的电力输送的方法。该方法包括控制电动机开关组件以在功率调节模式或旁路模式中的一者下操作。在控制电动机开关组件以在功率调节模式下操作时,该方法还包括在导通模式下操作电动机开关组件的固态开关单元,在闭合位置下操作电动机开关组件的输入继电器,以及在打开位置操作电动机开关组件的旁路继电器,使得来自电源的电力被路由通过电源转换器,其中固态开关单元被定位在电源转换器的上游和输入继电器与旁路继电器并联连接的节点的上游。在控制电动机开关组件以在旁路模式下操作时,该方法还包括在导通模式下操作固态开关单元,在打开位置下操作输入继电器,以及在闭合位置下操作旁路继电器,使得来自电源的电力绕过电源转换器。

[0008] 根据本发明的又一个方面,提供了一种控制从电源到负载的电力的板级电动机开关组件。板级电动机开关组件包括印刷电路板(PCB)结构以及集成到PCB结构上的多个保护和控制部件。多个保护和控制部件包括多功能固态接触器,该多功能固态接触器包括多个固态开关,该多个固态开关可选择性地切换以控制和调节通过多功能固态接触器的功率流;VFD单元,该VFD单元位于多功能固态接触器下游并且可操作以向负载提供受控输出功率;输入继电器,该输入继电器定位在多功能固态接触器和VFD单元之间并且可切换以控制到VFD单元的功率流;和旁路继电器,该旁路继电器定位在多功能固态接触器和VFD单元之间并与输入继电器并联连接,旁路继电器可切换以控制到旁路路径上的功率流,旁路路径围绕VFD单元路由功率流。

[0009] 根据以下具体实施方式和附图,本发明的各种其他特征和优点将变得显而易见。

附图说明

[0010] 附图示出了目前预期用于执行本发明的优选的实施方案。

[0011] 在附图中:

[0012] 图1是电动机控制系统的框图,该电动机控制系统具有包括在其中的旁路组件,如现有技术中已知的。

[0013] 图2为根据本发明的实施方案的电动机控制系统的框图,该电动机控制系统具有板级电动机开关组件,该组件具有集成固态接触器和继电器。

[0014] 图3A和图3B是根据本发明的实施方案的图2中的板级电动机开关组件的透视图。

[0015] 图4是根据本发明的实施方案的图2及图3A和图3B中的电动机开关组件的示意图。

[0016] 图5是示出根据本发明的实施方案的用于将电动机开关组件从功率转换操作模式转换到旁路操作模式的技术的流程图。

[0017] 图6是示出根据本发明的实施方案的用于将电动机开关组件从旁路操作模式转换到功率转换操作模式的技术的流程图。

具体实施方式

[0018] 本发明的实施方案涉及具有集成固态接触器和继电器的电动机控制系统及其操作方法。固态接触器集成到电动机控制系统中以向电动机控制系统提供保护并实现操作模式之间的转换,其中固态接触器提供用于向电源转换器输入功率的多功能并提供围绕电源转换器的旁路。集成固态接触器替换通常存在于电动机控制系统中的多个分立的保护和控制部件,并且在电动机控制系统中提供更高级的控制,包括功率流控制和保护。

[0019] 尽管下文将本发明的实施方案描述和示出为针对具有集成在其中的固态接触器和继电器的电动机控制系统,但是应当认识到,本发明的实施方案并不意味着限于此类电路。也就是说,本发明的实施方案可以更广泛地扩展到具有不同构造和实施方式的功率/能量转换电路,包括例如用于驱动非电动机负载的电动机启动器、电动机控制中心和功率/能量转换电路。因此,以下关于将固态接触器和继电器集成到电动机控制系统中的讨论不旨在限制本发明的范围。

[0020] 参见图2和图3A和图3B,示出了电力系统10的示意性框图和透视图。功率系统10包括电源12(例如诸如来自公用设施),该电源耦接到断开接触器或开关14,该断开接触器或开关可在闭合或“接通”位置以及开路或“关断”位置操作,在闭合位置,允许来自公用设施12的功率流经该开关,在开路位置,功率不可流经该开关。功率系统10还包括耦接到断开开关14的输入熔断器16。输入熔断器16通过在电流电平变得过高时中断来自公用设施12的电流来提供过电流保护。输入熔断器16耦接到电动机控制系统18,该电动机控制系统随后耦接到任选的输出滤波器20,该输出滤波器有助于保护电动机22(或其他负载)免受由于阻抗失配而引起的反射波的有害影响,并且防止由于绝缘失效、过热和噪声引起的电动机故障。

[0021] 电力系统10的电动机控制系统18包括电动机开关组件或模块24,和控制系统或控制器26,该控制器向电动机开关组件24的各种部件提供控制信号(并且可任选地控制断开开关14的位置)。根据示例性实施方案,电动机开关组件24被设置为板级电路,其中该组件包括安装到印刷电路板(PCB)28或直接形成于该PCB上的多个保护和控制部件/设备。在图示实施方案中,输入熔断器16和可选的输出滤波器20也耦合到PCB 28,以提供可容纳在紧凑的塑料壳体(未示出)内的紧凑系统。PCB 28可为标准或定制构型并且包括绝缘衬底29,其中在该绝缘衬底上形成多条迹线或引线31,这些迹线或引线在衬底29上的部件之间提供电连接路径。电动机开关组件24中包括的安装到PCB 28或形成于该PCB上的多个部件提供对电动机22的控制和保护,并且可包括但不限于电源转换器30、多功能固态输入/旁路开关单元32(下文为“固态接触器”)以及输入、输出和旁路继电器34、36、38。根据示例性实施方案,电源转换器30为VFD单元的形式,并且因此电源转换器30在下文中被称为VFD单元30。VFD单元30的操作(连同电动机控制系统18的其他部件)使得能够驱动和调节电动机22的操作速度,可用于驱动风扇、传送机、泵或其他机电设备。

[0022] 如图3A和图3B所示,电动机开关组件24的部件30-38直接安装到PCB 28。板级部件30-38在PCB 28上的安装可以经由多种适当的手段中的任何一种来实现,包括按扣到PCB 28上的即插即用型部件和/或永久焊接到PCB 28的部件。部件30-38可经由PCB 28上的与相应部件上的对应焊盘配合或焊接到相应部件上的对应焊盘的接触焊盘电连接到PCB 28,并且部件30-38(和控制器26)之间的电连接和通信可经由形成于PCB 28衬底上的迹线31提供。这种将部件30-38直接安装到PCB 28并使用电迹线31在部件之间形成连接的做法会导

致板级电动机开关组件24具有较少的端子连接和电缆,使得电动机开关组件24中的电压损失减少并且组件的效率改善。在另选的实施方式中,电动机开关组件24可设置有多个PCB衬底,每个PCB衬底具有安装到其上的部件30-38的选择子集。

[0023] 关于固态接触器32和继电器34、36、38,可选择性地控制这些部件以在本文称为VFD模式(即,功率转换模式)或旁路操作模式(以及当在两种操作模式之间切换时的转换模式)的模式下操作电动机开关组件24。在VFD操作模式下,通过VFD单元30沿转换器路径或迹线39向电动机22提供电力,并且在旁路操作模式下,通过旁路路径或迹线40(其中VFD单元30断开)向电动机22提供电力。在逆变器故障、过热故障或VFD单元30中的其他错误的情况下,电动机操作可被自动转移到旁路路径40以继续电动机22的操作、维持驱动器寿命以及实现其他益处。根据本发明的示例性实施方式,固态接触器32和继电器34、36、38替换已知的旁路组件配置,该配置通常包括单独/分立的输入接触器、输出接触器、旁路接触器和基于SCR的软启动器部件。如将在下文更详细地解释,可选择性地操作固态接触器32和继电器34、36、38以向VFD单元30提供输入或在VFD单元30周围旁路,并且在VFD和旁路操作模式之间切换期间控制电流和电压电平。

[0024] 参见图4,示出了电动机开关组件24的示例性结构/构型,包括VFD单元30、固态接触器32以及继电器34、36、38的结构/构型。针对VFD单元30,认识到VFD单元30可采用已知构造,该构造通常可包括:将交流输入功率转换为直流功率的整流器桥42、从整流器桥接收直流功率的直流链路44、跨直流链路的直流链路电容器组46,以及与直流链路44上的整流器桥42串联耦接或在其任一侧上耦接的任意的电感器48(即直流电抗器)。VFD单元30也还可包括逆变器50以将直流功率转换为交流功率,其中逆变器50由多个固态开关52(例如,IGBT)组成,该多个固态开关可被选择性地控制以从VFD单元30并且向电动机22输出期望的三相三线功率。由VFD单元30输出的三相功率由控制器26经由将栅极驱动信号传输至逆变器开关52以控制其打开和闭合来进行调节/控制,从而控制施加到电动机22的电流流(并且因此控制电压)。

[0025] 对于固态接触器32,该单元包括在三相输入的每条电源线上的开关设备54。在示例性实施方式中,每个开关设备由一对反并联开关56形成,诸如控制通过开关设备的电流的可控硅整流器(SCR)或晶闸管形式的固态开关,下文称为SCR 56。如图所示,每个相上的SCR 56的极性相反,并且对于相应的线路导体58并联连接。虽然每个相位被示出为包括一对SCR 56,但应当认识到,也可采用其他合适的固态开关,包括绝缘栅双极晶体管(IGBT)、双极结型晶体管(BJT)、集成栅极换向晶闸管(IGCT)、栅极关断(GTO)晶闸管或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),作为非限制性示例。由于接触器32由固态设备56形成,而不是由传统的机电接触器形成,接触器32的每个固态设备56可由控制器26控制,以调节电动机开关组件24中存在的线路电压和电流的量。换句话说讲,控制器26可以控制接触器32以选择性地传导和阻断通过其中的电流的流动。对线路电压和电流的这种控制使得控制器26能够由来自公用设备12的电压和电流供电,而不是为向控制器26提供更稳定的电源而可能需要的独立电源。SCR56还允许控制器26基于电力系统10(图2)中存在的过电压和/或过电流状况来控制固态接触器32作为过载继电器,如通过各种传感器(未示出)所测量的。另外,接触器32的配置可允许控制器26控制接触器32以充当软启动器。

[0026] 电动机开关组件24的板级继电器34、36、38可单独标识为输入继电器34、输出继电

器36和旁路继电器38。-继电器34、36、38可选择性地打开和闭合以使电动机开关组件24以VFD模式或旁路操作模式操作,从而控制流过电动机开关组件24的电流。根据本发明的实施方案,继电器34、36、38可被提供为机电或固态继电器,诸如例如IGBT或MOSFET,其具有低于全电动机电压且低于浪涌电流额定值的额定值。也就是说,由于继电器34、36、38上游的固态接触器32起到选择性地传导和阻断通过其的电流的作用,因此继电器34、36、38可在降低的电压和电流应力水平下切换,即,在零负载条件下切换。因此,与存在于电动机控制设备的标准旁路组件中的每个需要具有全电动机电压和较高浪涌电流额定值(即,若干倍额定电动机电流的电流额定值)的“传统”电动机和浪涌额定继电器/接触器相比,继电器34、36、38的额定值可小于全电动机电压和浪涌电流额定值。

[0027] 在控制电动机开关组件24的操作时,控制器26经由向其传输栅极驱动信号来控制固态接触器32中的SCR 56。根据示例性实施方案,固态接触器32可以多种不同的模式操作-包括“导通”或“输入”模式、“非导通”或“转换”模式、以及选择性控制的“启动”或“斜线上升”模式,这将在下文中进一步详细说明。电动机开关组件24中的控制器26还控制继电器34、36、38中的每一者在接通/闭合状态或位置与断开/打开状态或位置之间的切换,使得可选择性地控制流过VFD单元30和从VFD单元30输出的电流。更具体地,输入继电器34和输出继电器36当处于接通/闭合位置时允许电流流过VFD单元30,并且当处于断开/打开位置时不允许电流流过VFD单元30(而是将VFD单元30与固态接触器32和电动机22电隔离),而旁路继电器38当处于接通/闭合位置时允许电流流过旁路路径40,并且当处于断开/打开位置时将电流从旁路路径40转移。当输入继电器34和输出继电器36处于接通/闭合位置时(其中这是电动机开关组件24的VFD操作模式),旁路继电器38被控制为处于断开/打开位置。当输入继电器34和输出继电器36处于断开/打开位置时(其中这是电动机开关组件24的旁路操作模式),旁路继电器38被控制为处于接通/闭合位置。

[0028] 如图4中可见,固态接触器32定位在输入继电器34和旁路继电器38连接的节点60上游,并且定位在基于对输入继电器34和旁路继电器38的控制而将输入功率导向旁路路径40或转换器路径39的上游。固态接触器32在节点60以及输入继电器34和旁路继电器38上游的定位处的定位允许固态接触器32替换典型旁路组件配置中的多个分立部件(即,单独/分立的输入接触器、输出接触器、旁路接触器和基于SCR的软启动器部件)。而且,将固态接触器32定位在节点60和输入继电器34和旁路继电器38上游的定位允许在零负载状况下切换输入继电器34和旁路继电器38,因为在这些继电器被切换期间SCR 56可被切换到断开/非导通状态。因此,输入继电器34和旁路继电器38可以是低额定继电器的形式,其具有小于电动机22的全电动机电压的额定电压。

[0029] 现在参见图5和图6,并且继续返回参考图1至图3,根据本发明的实施方案示出了用于在电动机开关组件24的不同操作模式之间转换的方法。图5示出了用于从VFD操作模式转换到旁路操作模式的方法。图6示出了用于从旁路操作模式转换到VFD操作模式的方法。

[0030] 首先参见图5,用于从VFD操作模式转换到旁路操作模式的方法62开始于步骤64,其中电力系统10由于系统断开器处于断开状态而处于断电状态。即,从AC电源12到电动机控制系统18的功率流由于其处于断开状态而被系统断开器14切断。在步骤66处,系统断开器14被接通,使得功率流向电动机控制系统18(和电动机开关组件24)并且系统通电。在电动机开关组件24处于VFD操作模式的该初始阶段中,在步骤66处,固态接触器32处于接通状

态(即,导通模式),其中控制器26使SCR 56处于导通状态。如本领域中已知的,可通过将阳极至阴极两端的电压增加至超过击穿电压或通过SCR 56的栅极处施加正脉冲来使SCR 56进入导通状态。同样在步骤66处并且在VFD操作模式期间,输入继电器34和输出继电器36由控制器26致使处于接通/闭合状态,而旁路继电器38由控制器26致使处于断开/打开状态。

[0031] 在步骤68处,控制器26确定是否将电动机开关组件24转换到旁路操作模式。根据本发明的实施方案,控制器26可基于多个输入和/或标准来确定是否转换到旁路操作模式(或保持在VFD操作模式下)。在一个实施方案中,控制器26可基于检测到VFD单元30已经历故障状况或以其他方式未正常工作,或者电动机22以不需要VFD操作的恒定/全速运行来确定是否转换到旁路操作模式。也就是说,控制器26可将在VFD单元30处所测量的一个或多个电压值和/或电流值(例如由电压和/或电流传感器或感测电路70(例如,图2)测量),与一个或多个预定义阈值进行比较,以便感测VFD单元30中的短路或其他故障状况。例如,一个或多个电压或电流采样或感测电路或传感器70可测量或确定VFD单元30中的一个或多个定位处的电压和/或电流,包括整流器42或逆变器50的开关电平处的电流、DC电流44上的电流和/或来自VFD单元30的输出电流或电压。作为一个示例,控制器26将直流链路电压与预定义“过电压状况”进行比较以确定VFD单元30是否已经发生故障。在另一个实施方案中,控制器26可基于操作员的一个或多个输入来确定是否转换到旁路操作模式,该输入指示电动机22将在不需要由VFD单元30进行功率调节的稳态状况(诸如,全速)下操作,使得可有利地采用其旁路(例如,以减少与VFD操作相关联的开关损耗)。

[0032] 如果控制器26在步骤68处确定不需要或期望从VFD模式转换到旁路模式,如72处所示,则该方法循环回到步骤66。这样做时,控制器26继续以VFD模式操作电动机开关组件24,其中SCR 56以接通/导通状态操作,并且其中输入继电器34和输出继电器36接通/闭合,并且旁路继电器38断开/打开。相反,如果控制器26在步骤68处确定需要或期望从VFD模式转换到旁路模式,如74处所示,则该方法继续到步骤76,在该步骤中执行此类转换。在从VFD模式转换到旁路模式的操作中,控制器26首先使固态接触器32中的SCR 56切换到断开/非导通状态,其中电动机开关组件24及其固态接触器32两者以其转换操作模式操作。SCR 56到断开/非导通状态的这种切换可由控制器26以已知的方式执行,诸如通过诸如利用跨结的下压按钮开关或晶体管使栅极关断,然后暂时使阳极和阴极短路。在将SCR 56切换到断开/非导通状态时,控制器26还使输入继电器34和输出继电器36移动到断开/打开状态,并使得旁路继电器38移动到接通/闭合状态。有利地,当SCR 56在打开位置和闭合位置之间切换继电器34、36、38期间处于断开/非导通状态时,继电器可在零负载条件下切换,因此可结合使用固态接触器32来实现较低额定继电器(即,具有小于电动机电压的额定电压)。

[0033] 在将SCR 56切换到断开/非导通状态并将继电器34、36、38切换到其期望状态(即,将输入继电器34和输出继电器36切换到断开/打开状态并将旁路继电器38切换到接通/闭合状态)时,方法随后继续到步骤78,其中控制器26确定电动机22是否已停止。电动机22是否已停止的确定是为了在从VFD模式转换到旁路模式时保护电动机,因为在旁路模式下提供给电动机的电压和电流可与在VFD模式下经由VFD单元30提供给电动机的电压和电流有很大差异。因此,如果控制器26在步骤78处确定电动机22尚未停止,如80所示,则该方法循环回到步骤76。这样做时,控制器26将电动机开关组件24的操作保持在转换模式-其中SCR

56在断开/非导通状态下操作,并且其中输入继电器34和输出继电器36断开/打开,并且旁路继电器38接通/闭合。

[0034] 反之,如果控制器26在步骤78处确定电动机22已停止,如82所示,则方法62继续进行步骤84,在该步骤中,控制器26使固态接触器32以“软启动”或“斜线上升”模式运行。即,控制器26选择性地控制SCR对56的接通/断开切换,以控制通过其的电压和电流的传输,从而限制瞬时电压和电流到电动机22,从而允许电动机的软斜坡上升。在步骤84处执行电动机22的斜升完成时,该方法随后在步骤86处结束,应当理解,电动机开关组件24此后处于旁路操作模式,其中SCR 56在接通/导通状态下操作,并且由于旁路继电器38保持接通/闭合并且输入继电器34和输出继电器36保持断开/打开而经由旁路路径40向电动机22提供功率。

[0035] 现在参见图6,示出了用于从旁路操作模式(返回)转换到VFD操作模式的方法88。在步骤90处的起始方法88中,假定系统断路器14处于接通位置,使得电力流向电动机控制系统18并且系统通电。如步骤92所示,在电动机开关组件24初始在旁路模式下操作的情况下,固态接触器32处于接通/导通状态(即,导通模式),而输入继电器34和输出继电器36处于断开/打开状态,并且旁路继电器38处于接通/闭合状态。因此,电动机22通过固态接触器32和旁路路径40供电。

[0036] 在步骤94处,确定电动机开关组件24是否需要转换到VFD操作模式。根据本发明的实施方案,控制器26可基于多个输入和/或标准来确定是否转换到VFD操作模式(或保持在旁路操作模式下)。在一个实施方案中,控制器26可基于操作者的指示需要电动机22的变速/扭矩操作的一个或多个输入来确定是否转换到VFD操作模式,使得需要由VFD单元30对电动机22的输入功率进行调节/控制。在另一个实施方案中,控制器26(或用户)可基于运行的VFD单元30替换先前已被识别为已经历故障状况或以其他方式未正常运行的VFD单元来确定是否转换到VFD操作模式,使得可安全地恢复电动机开关组件24在VFD模式下的操作。

[0037] 如果在步骤94处确定不需要或期望从旁路模式转换到VFD模式,如96处所示,则该方法循环回到步骤92。这样做时,维持电动机开关组件24在旁路模式下的操作—其中控制器26操作处于接通/导通状态的SCR 56,并且其中输入继电器34和输出继电器36断开/打开,并且旁路继电器38接通/闭合。相反,如果在步骤94处确定需要或期望从旁路模式转换到VFD模式,如在98处所指示的,则该方法继续到步骤100,在该步骤处执行此类转换。在操作以从旁路模式转换到VFD模式(即,在其转换操作模式下操作电动机开关组件24及其固态接触器32)时,控制器26首先使固态接触器32中的SCR 56以受控方式切换到断开/非导通状态。

[0038] 在将SCR 56切换到断开/非导通状态时,方法然后继续到步骤102,其中控制器26确定电动机22是否已停止。电动机22是否已停止的确定是为了在从旁路模式转换到VFD模式时保护电动机。如果在步骤102处确定电动机22尚未停止,如104处所示,则该方法循环回到步骤100。这样做时,保持电动机开关组件24在转换模式下的操作,其中控制器26操作处于断开/非导通状态的SCR 56。相反,如果在步骤102处确定电动机22已停止,如106处所示,则该方法继续到步骤108,其中控制器26使输入继电器34和输出继电器36移动到接通/闭合状态,以及使旁路继电器38移动到断开/打开状态。有利地,由于在继电器34、36、38在打开位置和闭合位置之间切换期间SCR 56处于断开/非导通状态,因此继电器34、36、38可在零

负载条件下切换,因此可在电动机开关组件24中实现较低额定继电器(即,具有小于电动机电压的额定电压)。在继电器34、36、38切换到其所需状态(即,输入继电器34和输出继电器36切换到接通/闭合状态以及旁路继电器38切换到断开/打开状态)时,控制器26使固态接触器32中的SCR 56切换到接通/导通状态。

[0039] 在将输入继电器34和输出继电器36切换到接通/闭合状态并将旁路继电器38切换到断开/打开状态并将SCR 56切换到接通/导通状态时,该方法在步骤110处通过在VFD模式下操作电动机开关组件24来继续。即,向VFD单元30提供三相功率,其中VFD单元30操作以向电动机22输出受控的电流和电压,以期望的速度提供其操作。在步骤110处进入VFD操作模式之后,该方法随后在步骤112处结束,并且电动机开关组件24随后处于VFD操作模式,其中由于旁路继电器38保持断开/打开并且输入继电器34和输出继电器36保持接通/闭合,因此SCR 56在接通/导通状态下操作并且通过VFD单元30向电动机提供功率。

[0040] 有利地,本发明的实施方案因此提供了电动机控制系统及其操作方法,该电动机控制系统及其操作方法实现了电动机控制系统中的更高级控制,包括功率流控制和保护,同时还减少了电动机控制系统中所需的分立部件的数量(即,移除旁路组件的分立接触器和软启动器)。将多功能固态接触器和继电器集成到板级电动机开关组件中提供了电隔离,并且实现了操作模式之间的转换,其中固态接触器和继电器将功率路由到VFD或VFD周围的旁路,并且在零负载条件下的状态之间转换。将多功能固态接触器和继电器集成到板级电动机开关组件中减少了电缆损耗,导致更少的端子连接,并且消除了这些连接的电压损耗,从而提供了更有效的电动机控制系统。

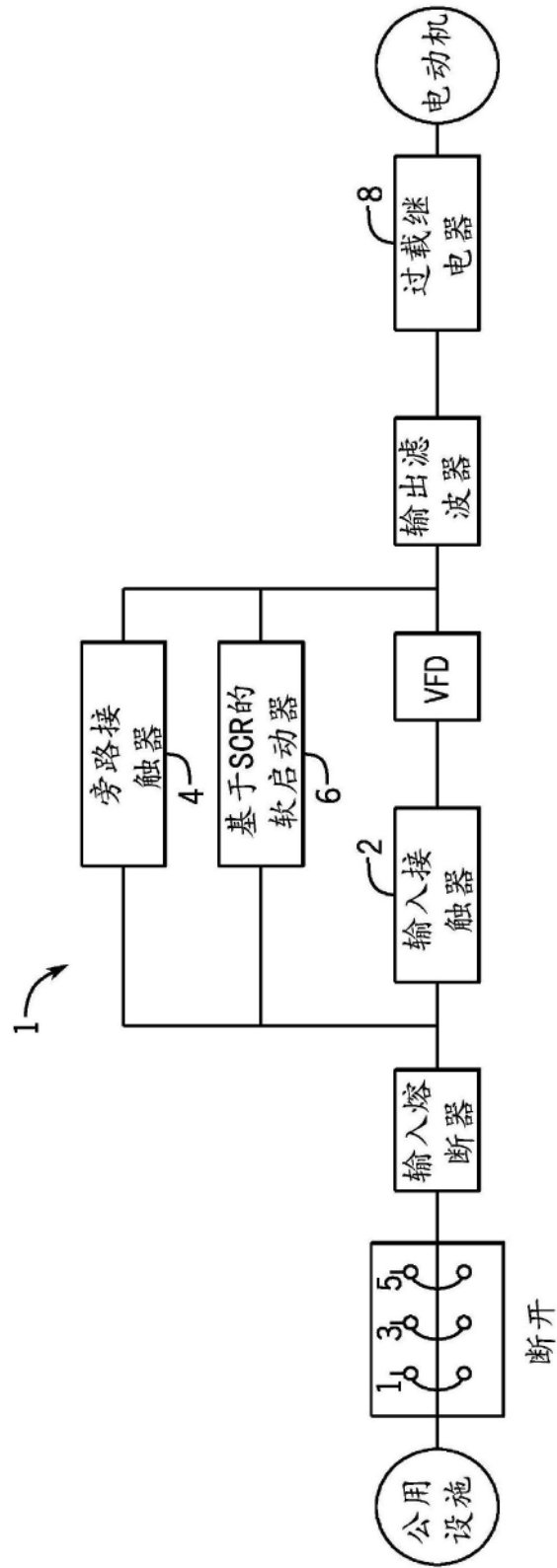
[0041] 根据本发明的一个实施方案,提供了一种用于选择性地控制从电源到负载的功率的电动机控制系统。该电动机控制系统包括:电动机开关组件,该电动机开关组件包括定位在转换器路径上并且被配置成从电源接收电力并向负载提供受控输出功率的电源转换器;第一继电器,该第一继电器定位在电源转换器上游的转换器路径上;定位在与转换器路径并联的旁路路径上的第二继电器;以及定位在转换器路径和旁路路径上游的固态开关单元,该固态开关单元包括多个固态开关。电动机控制系统还包括控制电动机开关组件的操作的控制系统。该控制系统被编程为控制多个固态开关的切换,以在导通模式、非导通模式和斜坡模式中的一者下操作固态开关单元,以便选择性地控制和调节通过其的功率流。控制系统还被编程为控制第一继电器和第二继电器在打开位置和闭合位置之间的切换,以沿着转换器路径或旁路路径选择性地路由功率。

[0042] 根据本发明的另一个实施方案,提供了一种控制器实现的操作电动机开关组件用于控制从电源到负载的电力输送的方法。该方法包括控制电动机开关组件以在功率调节模式或旁路模式中的一者下操作。在控制电动机开关组件以在功率调节模式下操作时,该方法还包括在导通模式下操作电动机开关组件的固态开关单元,在闭合位置下操作电动机开关组件的输入继电器,以及在打开位置操作电动机开关组件的旁路继电器,使得来自电源的电力被路由通过电源转换器,其中固态开关单元被定位在电源转换器的上游和输入继电器与旁路继电器并联连接的节点的上游。在控制电动机开关组件以在旁路模式下操作时,该方法还包括在导通模式下操作固态开关单元,在打开位置下操作输入继电器,以及在闭合位置下操作旁路继电器,使得来自电源的电力绕过电源转换器。

[0043] 根据本发明的又一个实施方案,提供了一种控制从电源到负载的功率的板级电动

机开关组件。板级电动机开关组件包括PCB结构以及集成到PCB结构上的多个保护和控制部件。多个保护和控制部件包括多功能固态接触器,该多功能固态接触器包括多个固态开关,该多个固态开关可选择性地切换以控制和调节通过多功能固态接触器的功率流;VFD单元,该VFD单元位于多功能固态接触器下游并且可操作以向负载提供受控输出功率;输入继电器,该输入继电器定位在多功能固态接触器和VFD单元之间并且可切换以控制到VFD单元的功率流;和旁路继电器,该旁路继电器定位在多功能固态接触器和VFD单元之间并与输入继电器并联连接,旁路继电器可切换以控制到旁路路径上的功率流,旁路路径围绕VFD单元路由功率流。

[0044] 已根据优选的实施方案描述了本发明,并且认识到,除了明确指出的那些以外,等同形式、替代形式和修改形式也是可能的并且在附加权利要求的范围内。



现有技术

图1

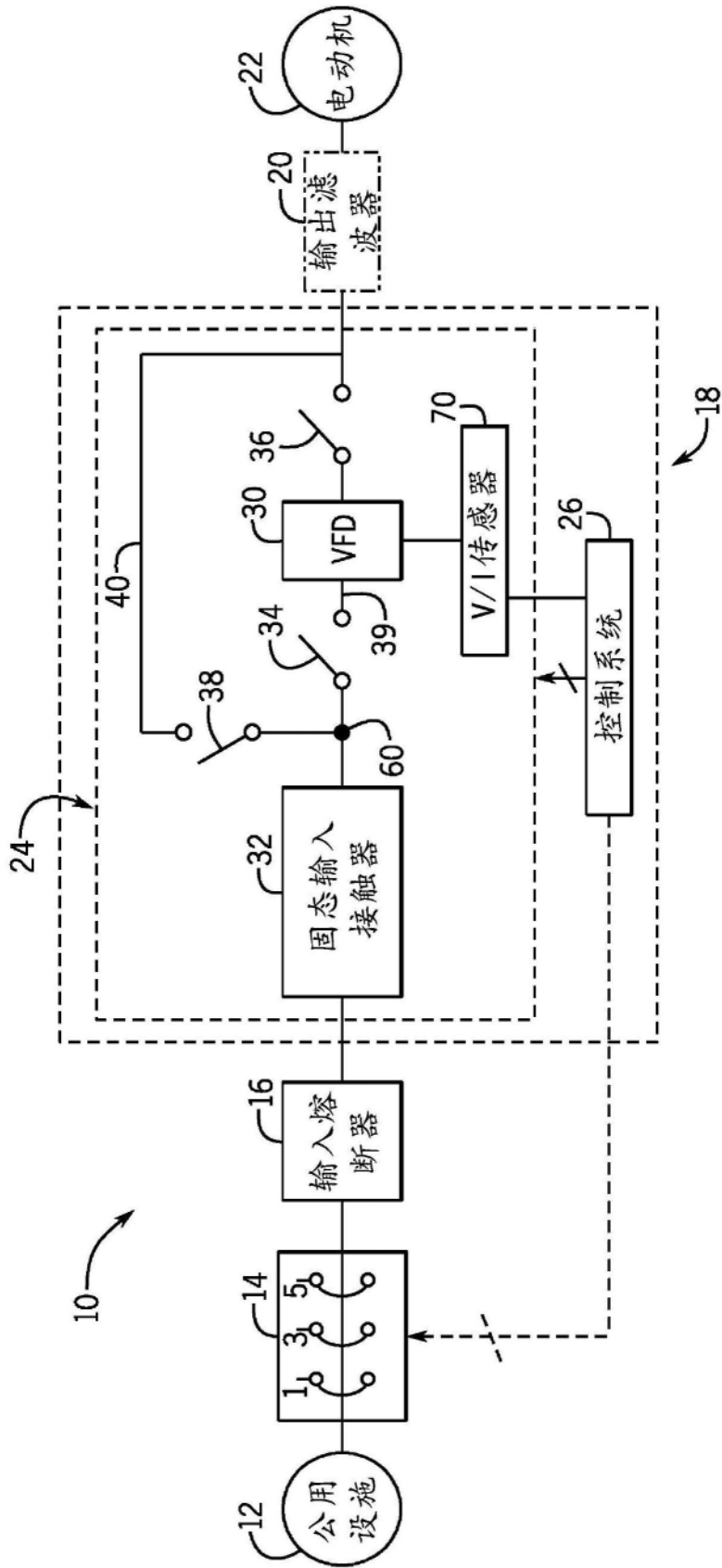


图2

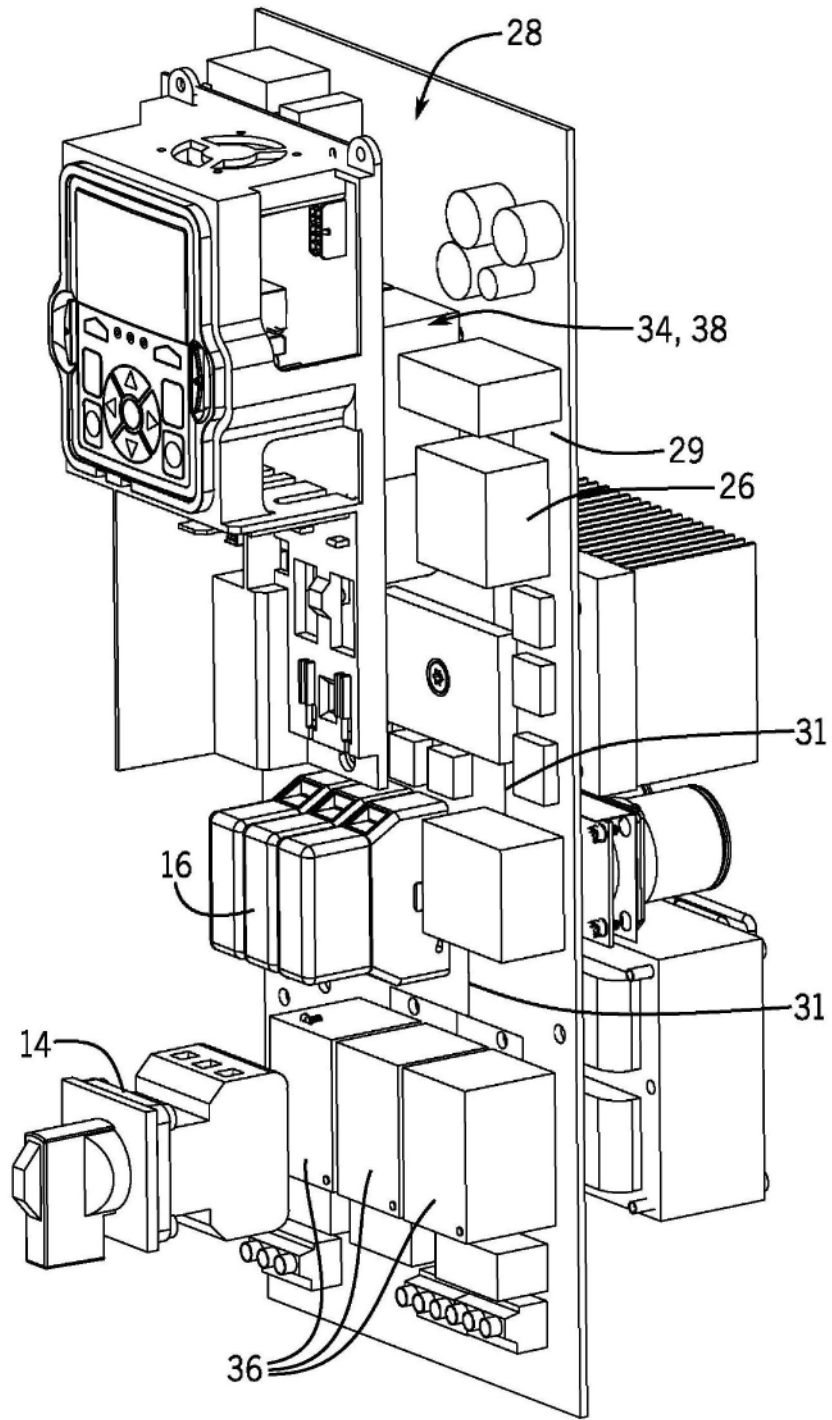


图3A

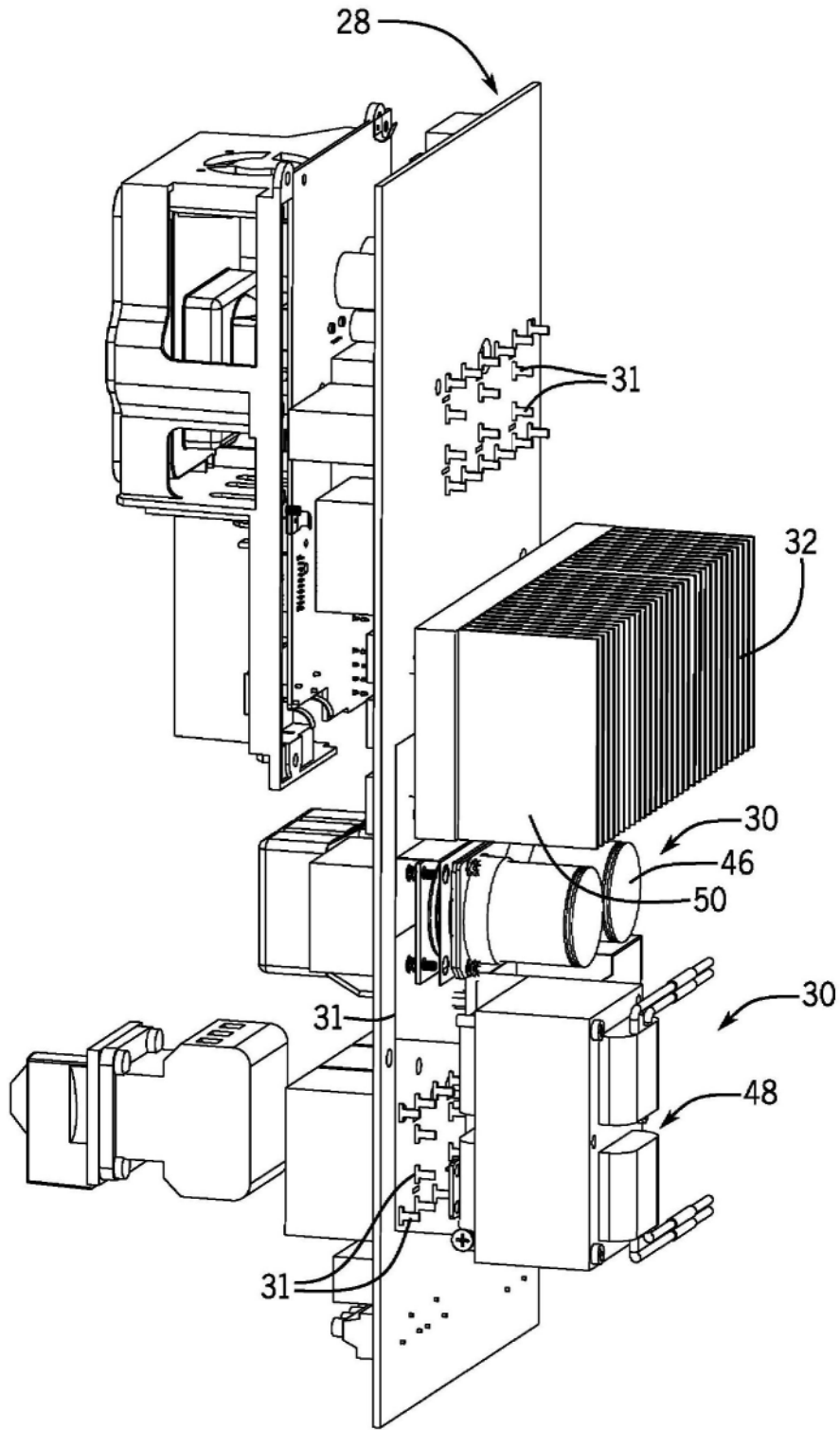


图3B

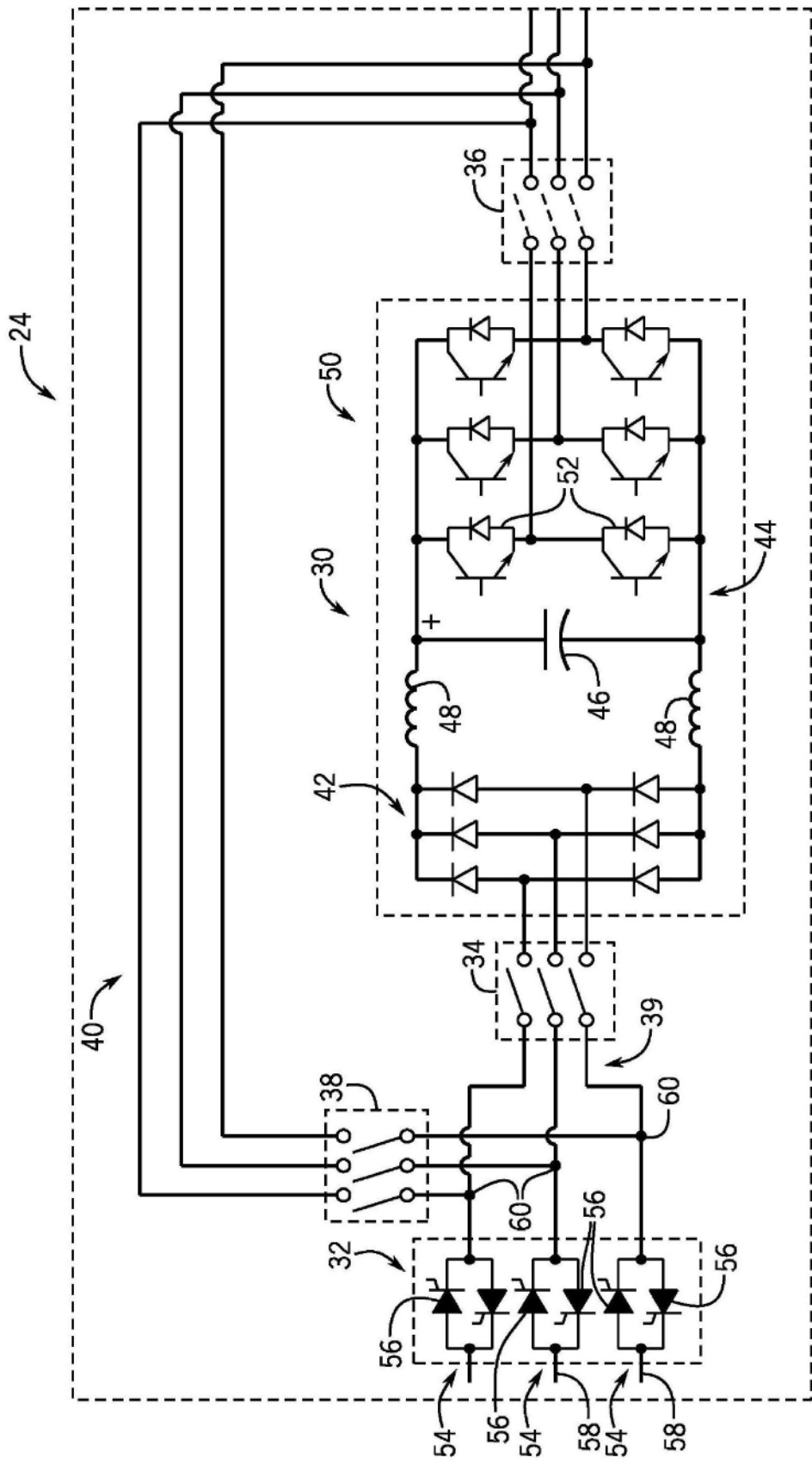


图4

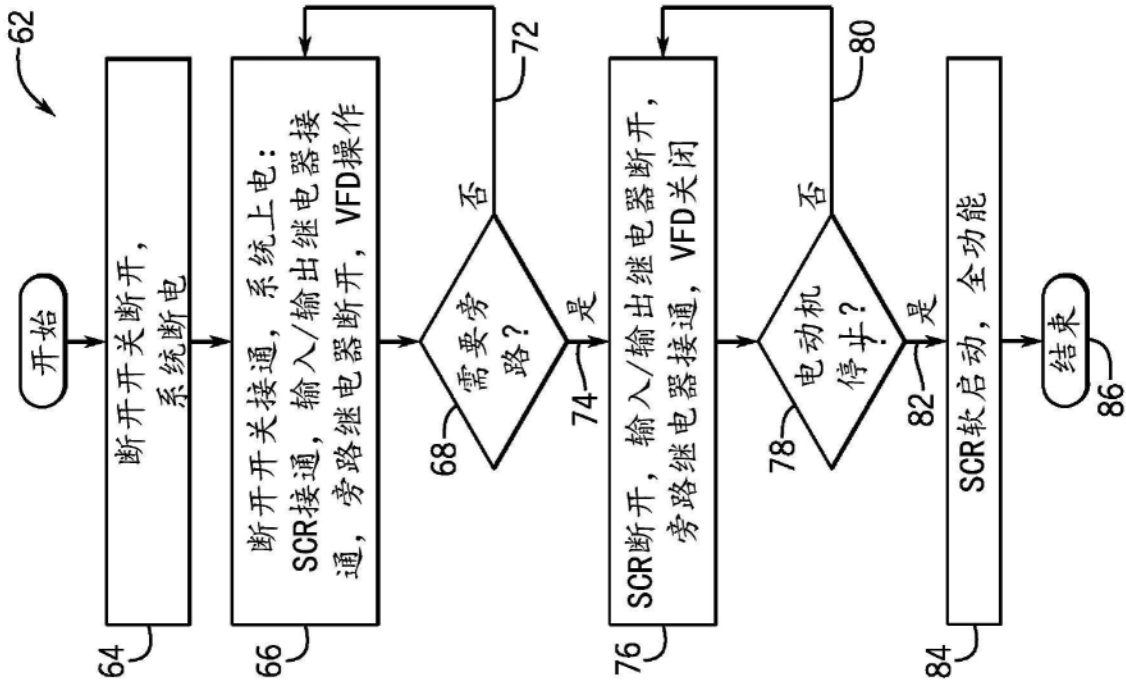


图5

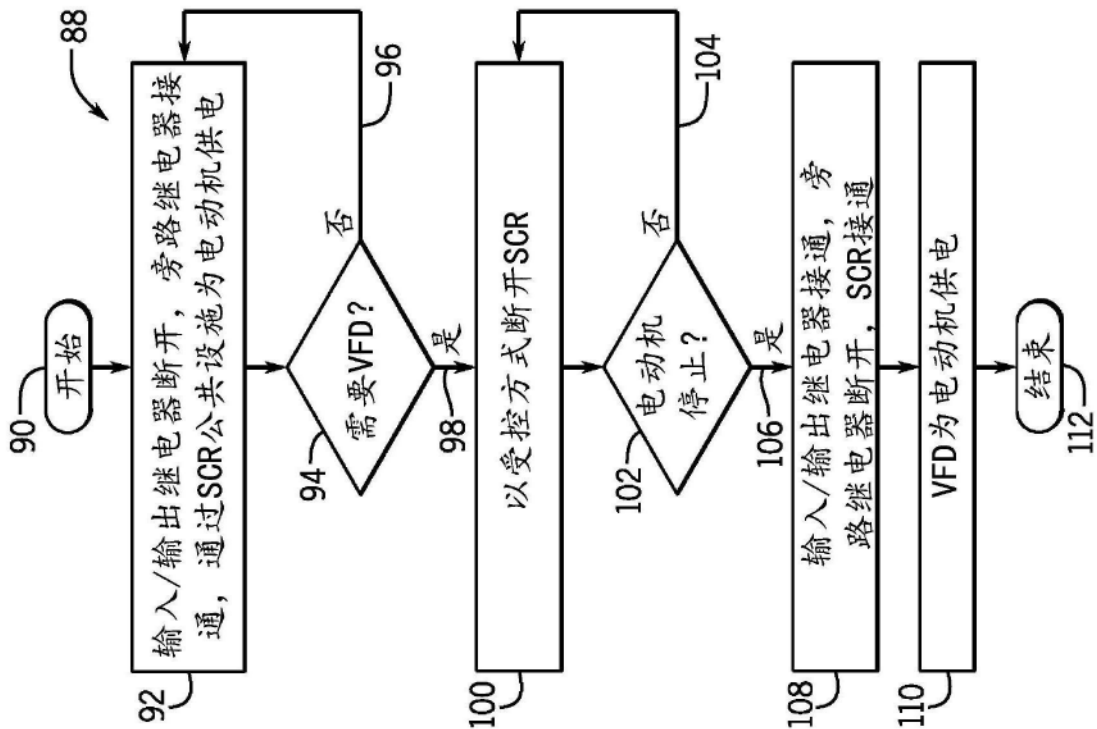


图6