



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105980093 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201480061015.7

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

(22)申请日 2014.08.27

代理人 脱颖

(30)优先权数据

61/907,835 2013.11.22 US

14/102,209 2013.12.10 US

(51)Int.Cl.

B23K 9/10(2006.01)

B23K 9/12(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/053023 2014.08.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/076891 EN 2015.05.28

(71)申请人 伊利诺斯工具制品有限公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 爱德华·G·贝斯特尔

权利要求书3页 说明书21页 附图16页

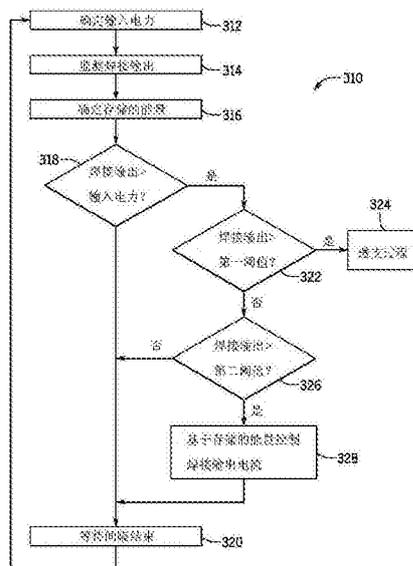
(54)发明名称

具有总线控制系统的焊接送丝机以及操作具有总线控制系统的焊接送丝机的方法

(57)摘要

一种焊接送丝机包括送丝驱动和送丝控制电路,所述送丝控制电路耦接至所述送丝驱动以控制朝着焊接应用驱动焊丝。所述焊接送丝机进一步包括:电力转换电路,所述电力转换电路被配置成接收输入电力并且将所述输入电力转换成适用于焊接应用的焊接输出;输出电压传感器,被配置成测量输出电压;输出电流传感器,被配置成测量输出电流;以及控制电路,耦接至所述电力转换电路、所述输出电压传感器和所述输出电流传感器。所述电力转换电路包括电力存储电路,所述电力存储电路被配置成存储能量并且在透支事件期间释放所存储的能量的至少一部分。所述控制电路被配置成在所述透支事件期间控制所述输出电流以维持所述电力存储电路的存储的能量值大于所需的最小能量值。

CN 105980093 A



1. 一种焊接送丝机,包括:

焊接送丝驱动,被配置成朝着焊接应用驱动焊丝;

送丝控制电路,耦接至所述焊接送丝驱动并且被配置成控制朝着所述焊接应用驱动焊丝;

电力转换电路,被配置成接收输入电力并且将所述输入电力转换成适用于焊接应用的焊接输出,其中所述电力转换电路包括电力存储电路,所述电力存储电路被配置成存储能量并且在透支事件期间释放所存储的能量的至少一部分;

输出电压传感器,被配置成测量所述焊接输出的输出电压;

输出电流传感器,被配置成测量所述焊接输出的输出电流;以及

控制电路,耦接至所述电力转换电路、所述输出电压传感器和所述输出电流传感器,其中所述控制电路被配置成在所述透支事件期间控制所述输出电流以维持所述电力存储电路的存储的能量值大于所需的最小能量值。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述电力转换电路包括:

内部总线,包括电力存储电路;以及

降压转换器,耦接至所述内部总线并且被配置成将来自所述内部总线的总线电力转换成所述焊接输出。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述透支事件包括短路清除事件。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述透支事件的持续时间小于大约0.3s。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制电路被配置成至少部分地基于所述输出电流和所述输出电压确定相对于所述电力存储电路的净能量流,并且所述控制电路被配置成至少部分地基于所述净能量流与一个或多个阈值的比较控制所述输出电流。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述一个或多个阈值包括至少部分地基于所述电力转换电路的设计极限的阈值。

7. 根据权利要求5所述的系统,其中所述一个或多个阈值包括至少部分地基于存储在所述电力存储电路上的能量、所述输出电流的值、电流缓变率、电压缓变率或它们的任意组合的阈值。

8. 一种操作焊接送丝机的方法,包括:

接收来自电源的输入电力信号;

将所述输入电力信号转换成内部总线上的总线电力信号,其中所述内部总线包括总线电容器;

利用所述总线电力信号的至少一部分通过所述总线电容器存储能量;

检测所述总线电容器的存储的能量值或所述总线电容器的总线电压中的至少一者;

将所述总线电力信号转换成焊接输出信号,其中所述焊接输出信号适用于受控波形焊接工艺;

转换所述总线电容器的存储的能量的至少一部分以助于透支事件期间的所述焊接输出信号,其中所述透支事件期间的所述焊接输出信号大于所述透支事件期间的所述输入电力信号;并且

控制所述总线电容器的存储的能量的转换以维持所述存储的能量值大于所需的最小能量值或者维持所述总线电容器的总线电压大于保护电压值。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述透支事件包括短路清除事件,并且所述短路清除事件的持续时间小于0.3s。

10. 根据权利要求8所述的方法,包括:

检测所述焊接输出信号的输出能量流;

至少部分地基于所述总线电容器的存储的能量值、所述输出能量流和输入能量流确定相对于所述总线电容器的净能量流;并且

至少部分地基于相对于所述总线电容器的净能量流确定所述透支事件。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述输入能量流至少部分地基于所述输入电力信号的模型。

12. 根据权利要求10所述的方法,包括从所述输入电力信号检测所述输入能量流。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中控制所述总线电容器的存储的能量的转换包括:

至少部分地基于所述总线电容器的存储的能量值、所述输出能量流以及所述透支事件的预测的持续时间确定可持续性电流值;并且

使所述焊接输出信号的电流分量减小到所述可持续性电流值。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述透支事件的预测的持续时间至少部分地基于所述受控波形焊接工艺的脉冲波形、使用模式、历史数据或它们的任意组合。

15. 根据权利要求10所述的方法,包括:

将所述净能量流与一个或多个阈值进行比较,其中所述一个或多个阈值至少部分地基于所述总线电容器的存储的能量值、所述焊接输出信号的电流分量、所述焊接输出信号的电流分量的电流缓变率、所述焊接输出信号的电压缓变率或它们的任意组合;并且

至少部分地基于所述净能量流与所述一个或多个阈值的比较控制所述焊接输出信号的电流分量。

16. 根据权利要求8所述的方法,其中控制所述总线电容器的存储的能量的转换包括:使所述焊接输出信号的电流分量减小到预定的电流值。

17. 一种系统,包括:

电力转换电路,被配置成接收输入电力并且将所述输入电力转换成输出电力波形,其中所述电力转换电路包括电力存储电路,所述电力存储电路被配置成存储能量并且在透支事件期间释放所存储的能量的至少一部分;

输出电压传感器,被配置成测量所述输出电力波形的输出电压;

输出电流传感器,被配置成测量所述输出电力波形的输出电流;以及

控制电路,耦接至所述电力转换电路、所述输出电压传感器和所述输出电流传感器,其中所述控制电路被配置成至少部分地基于所述输出电流和所述输出电压确定在所述透支事件期间相对于所述电力存储电路的净能量流,并且所述控制电路被配置成至少部分地基于所述净能量流与一个或多个阈值的比较控制所述输出电流。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述一个或多个阈值包括至少部分地基于存储在所述电力存储电路上的能量、所述输出电流的值、电流缓变率、电压缓变率或它们的任意组合的阈值。

19. 根据权利要求17所述的系统,包括送丝机、等离子切割器、感应加热器、发电机或焊接电源或它们的组合。

20. 根据权利要求17所述的系统,包括:  
输入电压传感器,被配置成测量所述输入电力的输入电压;以及  
输入电流传感器,被配置成测量所述输入电力的输入电流,其中所述控制电路被配置成至少部分地基于所述输入电压和所述输入电流确定在所述透支事件期间相对于所述电力存储电路的净能量流。

## 具有总线控制系统的焊接送丝机以及操作具有总线控制系统的焊接送丝机的方法

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请特此要求于2013年11月22日提交的名称为“焊接送丝机总线控制系统和方法”的美国临时申请序列号61/907,835的优先权和利益。本申请还是于2013年3月15日提交的名称为“焊接送丝机电源应用系统和方法”的美国申请序列号13/837,890的部分继续申请,后者要求于2012年6月8日提交的名称为“焊接送丝机电源应用系统和方法”的美国临时申请序列号61/657,504的优先权和利益。以上列举的每个美国申请出于所有目的通过引用的方式全部并入本文。

### 背景技术

[0003] 本发明总体上涉及焊接系统,更具体地讲,涉及受控波形焊接送丝机系统和方法。

[0004] 焊接系统支持各种工艺,例如,金属极惰性气体保护(MIG)焊、钨极惰性气体保护(TIG)焊、粘结焊等,这些工艺可以按不同的模式操作,例如,恒流模式或恒压模式。某些焊接应用,例如,锅炉维护和维修、造船厂作业、建筑等,可能使焊接位置或工件距离焊接电源非常远。

[0005] 焊接电缆从焊接电源输出电力到焊接应用。先进形式的MIG焊接基于脉冲电力的产生以在工件上沉积焊丝。遗憾的是,焊接电源和焊接应用之间很长的电缆引入了影响脉冲定时或幅值的可变电感。

### 发明内容

[0006] 以下概述与最初要求保护的发明的范围相同的某些实施例。这些实施例并非旨在限制要求保护的发明的范围,而是这些实施例仅仅旨在提供本发明的可行形式的简要概述。实际上,本发明可以包括可能类似于或不同于以下阐述的实施例的各种形式。

[0007] 在一个实施例中,一种焊接送丝机包括:焊接送丝驱动,被配置成朝着焊接应用驱动焊丝;以及送丝控制电路,耦接至所述焊接送丝驱动。所述送丝控制电路还被配置成控制朝着所述焊接应用驱动焊丝。所述焊接送丝机还包括电力转换电路,所述电力转换电路被配置成接收输入电力并且将所述输入电力转换成适用于焊接应用的焊接输出。所述电力转换电路包括电力存储电路,所述电力存储电路被配置成存储能量并且在透支事件期间释放所存储的能量的至少一部分。所述焊接送丝机还包括:输出电压传感器,被配置成测量所述焊接输出的输出电压;以及输出电流传感器,被配置成测量所述焊接输出的输出电流。所述焊接送丝机还包括控制电路,所述控制电路耦接至所述电力转换电路、所述输出电压传感器和所述输出电流传感器。所述控制电路被配置成在所述透支事件期间控制所述输出电流以维持所述电力存储电路的存储的能量值大于所需的最小能量值。

[0008] 在另一个实施例中,一种操作焊接送丝机的方法,包括:接收来自电源的输入电力信号;将所述输入电力信号转换成内部总线上的总线电力信号,其中所述内部总线包括总线电容器;用具有所述总线电力信号的至少一部分的总线电容器存储能量;检测所述总线

电容器的存储的能量值或所述总线电容器的总线电压中的至少一者；并且将所述总线电力信号转换成焊接输出信号。所述焊接输出信号适用于受控波形焊接工艺。所述方法还包括转换所述总线电容器的存储的能量的至少一部分以助于透支事件期间的所述焊接输出信号，其中所述透支事件期间的所述焊接输出信号大于所述透支事件期间的所述输入电力信号。所述方法还包括控制所述总线电容器的存储的能量的转换以维持所述存储的能量值大于所需的最小能量值或者维持所述总线电容器的总线电压大于保护电压值。

[0009] 在另一个实施例中，一种系统包括：电力转换电路，被配置成接收输入电力并且将所述输入电力转换成输出电力波形；输出电压传感器，被配置成测量所述输出电力波形的输出电压；输出电流传感器，被配置成测量所述输出电力波形的输出电流；以及控制电路，耦接至所述电力转换电路、所述输出电压传感器和所述输出电流传感器。所述电力转换电路包括电力存储电路，所述电力存储电路被配置成存储能量并且在透支事件期间释放所存储的能量的至少一部分。所述控制电路被配置成至少部分地基于所述输出电压和所述输出电流确定在所述透支事件期间相对于所述电力存储电路的净能量流。所述控制电路还被配置成至少部分地基于所述净能量流与一个或多个阈值的比较控制所述输出电流。

#### 附图说明

[0010] 当参照附图阅读以下详细说明时，本发明的这些和其他特征、方面和优点将得到更好的理解，其中相似的符号在所有附图中代表相似的部件，其中：

[0011] 图1是根据本公开的各方面的具有焊接电源和先进工艺送丝机的焊接系统的框图；

[0012] 图2是图1的先进工艺送丝机的实施例的框图；

[0013] 图3是根据本公开的各方面的先进工艺送丝机的前透视图；

[0014] 图4是图3的先进工艺送丝机的实施例的俯视图；

[0015] 图5是根据本公开的各方面的采用电力转换电路、继电器电路、感测电路和送丝组件的先进工艺送丝机的实施例的框图；

[0016] 图6是图5的继电器电路的实施例的示意图；

[0017] 图7是使用先进工艺送丝机产生受控波形输出的过程的实施例的流程图；

[0018] 图8是用于感测应用于先进工艺送丝机的输入电力的极性的过程的实施例的流程图；

[0019] 图9A是用于启动先进工艺送丝机的继电器电路的过程的实施例的流程图的第一部分；

[0020] 图9B是用于启动先进工艺送丝机的继电器电路的过程的图9A的流程图的第二部分；

[0021] 图10是用于调节先进工艺送丝机的电力转换电路的过程的实施例的流程图；

[0022] 图11是总线电压、输入电流、输出电压和输出电流与时间的图表；

[0023] 图12是总线电压、输入电流、输出电压和输出电流与时间的另一个图表；

[0024] 图13是在向焊接部件，例如送丝机或悬丝器供电或将焊接部件连接到焊接电源期间用于控制焊接部件的电力供应的示例性电路的示意图；

[0025] 图14是用于控制流入焊接悬丝器的涌入电流的示例性电路的稍微更详细的示意

图；

[0026] 图15是用于控制流入焊接送丝机的涌入电流的示例性电路的类似详细的示意图；

[0027] 图16是用于控制先进工艺送丝机的焊接输出的方法的实施例的流程图；并且

[0028] 图17是用于在透支事件中控制先进工艺送丝机的焊接输出的方法的实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0029] 图1是给焊接应用供电的焊接系统10的实施例的框图。如图所示，焊接系统10包括焊接电源12和耦接的焊炬14。焊接电源12供应输入电力到焊炬14。焊炬14可以是基于所需的焊接应用被配置成用于粘结焊、钨极惰性气体保护(TIG)焊或气体保护金属极弧焊(GMAW)的焊炬。在一些实施例中，焊接电源12供应输入电力到与焊炬14耦接上的悬丝器16，该焊炬被配置成用于粘结焊或TIG焊。操作员供应用于粘结焊或TIG焊的填充金属(如果存在)。悬丝器16可以被配置成控制电源12和/或通知操作员焊接参数。在其他实施例中，焊接电源12供应输入电力到标准送丝机18。标准送丝机18供应输入电力和填充金属到被配置成用于GMAW焊接或药芯焊丝电弧焊(FCAW)的焊炬14。在一些实施例中，焊接电源12供应输入电力到先进工艺送丝机20。先进工艺送丝机20被配置成将焊接电源12的输入电力转换成焊接输出。在一些实施例中，先进工艺送丝机20的焊接输出可以是受控波形焊接输出。受控波形焊接输出包括适用于脉冲焊接工艺或短路焊接工艺的焊接输出。

[0030] 焊接电源12与交流(AC)电源22耦接上，例如，供应初级电力的电力网或发动机驱动的发电机。焊接电源12可以将初级电力处理成经由电力电缆24供应到焊炬14的输入电力。在一些实施例中，电缆24包括第一端子26和第二端子28，其中第一端子具有正极性并且另一端子具有负极性。电力转换电路30将交流电流转换成作为直流电流(DC)或AC的输入电力。电力转换电路30可以包括能够转换焊接系统12的要求所决定的电力的电路元件，例如，变压器、开关、升压转换器、逆变器等。在一些实施例中，电力转换电路30被配置成将初级电力转换成大约80V的直流输入电力以供应悬丝器16、标准送丝机18或先进工艺送丝机20。输入电力可以在大约50V至120V直流之间。

[0031] 焊接电源12包括控制电路32和操作界面34。控制电路32控制焊接电源12的操作，并且可以接收来自操作界面34的输入，操作员可以通过操作界面选择焊接工艺(例如，粘结焊、TIG、MIG)并且输入输入电力所需的参数(例如，电压、电流、特定的脉冲或非脉冲焊接方案等)。控制电路32可以被配置成接收并处理有关系统12的性能和要求的各种输入。此外，控制电路102可以包括易失性或非易失性存储器，例如，ROM、RAM、磁存储器、光学存储器或它们的组合。此外，各种控制参数可以与代码一起存储在存储器中，所述代码被配置成在操作期间提供特定输出(例如，反极性、预充电电容器、启用气流等)。

[0032] 焊接电源12可以包括耦接至控制电路32的极性反接电路36和通信电路38。极性反接电路36在控制电路32指导时使第一端子26和第二端子28的极性反转。例如，一些焊接工艺，例如，TIG焊，可以在电极具有负极性(称为直流电极接负(DCEN))时启用所需的焊接。其他焊接工艺，例如，粘结焊或GMAW焊，可以在电极具有正极性(称为直流电极接正(DCEP))时启用所需的焊接。当在TIG焊接工艺与GMAW焊接工艺之间切换时，极性反接电路36可以被配置成使极性从DCEN反转成DCEP。操作员可以手动反转极性，或者控制电路32可以指导极性

反转电路36响应于通过通信电路38接收的信号使极性反转。通信电路38被配置成与焊炬14、悬丝器16、标准送丝机18、先进送丝机20和/或与电力电缆24耦接的其他设备通信。在一些实施例中,通信电路38被配置成通过用于供应输入电力的焊接电力电缆24发送并接收命令和/或反馈信号。在其他实施例中,通信电路38被配置成与另一个设备无线地通信。

[0033] 包括悬丝器16、标准送丝机18和先进工艺送丝机20的设备通过被配置成与电力电缆24的第一端子26和第二端子28耦接的输入端子40接收输入电力。在一些实施例中,第一端子26被配置成与输入端子40连接,并且第二端子28被配置成与耦接至工件44的夹具42连接。在一些实施例中,输入端子40具有带有限定的极性的输入连接,这些输入连接被配置成耦接至相同极性的相应的第一端子26和第二端子28,并且夹具42耦接至悬丝器16或送丝机18。先进工艺送丝机20被配置成通过输入端子40耦接至第一端子26和第二端子28,并且夹具42耦接至先进工艺送丝机20。

[0034] 对于一些焊接工艺(例如,TIG、GMAW),在焊接期间利用保护气体。在一些实施例中,如虚线所示,焊接电源12包括被配置成控制来自气体源48的气流的一个或多个气体控制阀46。气体控制阀46可以由控制电路32控制。焊接电源12可以耦接至一个或多个气体源48,因为一些焊接工艺可能利用不同于其他的保护气体。在一些实施例中,焊接电源12被配置成通过组合输入电缆50与输入电力一起供应气体。在其他实施例中,气体控制阀46和气体源48可以与焊接电源12分开。例如,气体控制阀46可以设置在标准送丝机18或先进送丝机20内。图1所示的标准送丝机18和先进送丝机20耦接至被配置成供应气体和焊丝54到焊接应用的GMAW焊炬52。

[0035] 图2示出了用于将输入电力转换成受控波形焊接输出的先进工艺送丝机20的实施例的框图。先进工艺送丝机20通过与工艺电路56耦接的输入端子40接收来自焊接电源的输入电力。在一些实施例中,先进工艺送丝机20通过长的电力电缆远离焊接电源来操作。工艺电路56可以包括能够感测并控制先进工艺送丝机20接收的输入电力的电路,例如,继电器电路、电压和电流感测电路、电力存储电路等。工艺电路56将输入电力输送到电力转换电路58。

[0036] 电力转换电路58被配置成将来自焊接电源的输入电力转换成用于执行焊接应用的焊接输出。电力转换电路58可以包括能够将输入电力转换成焊接输出的电路元件,例如,升压转换器、降压转换器、内部总线、总线电容器、电压和电流传感器等。在一些实施例中,先进工艺送丝机20接收的输入电力是在大约20V至120V,大约40V至100V,或大约60V至大约80V之间的直流电压。如参照输入电力所使用,该术语大概可以意指在5V内或所需电压的10%内。电力转换电路58可以被配置成将输入电力转换成受控波形焊接输出,例如,脉冲焊接工艺或短路焊接工艺(例如,调节金属沉积(RMD<sup>TM</sup>))。设置在先进工艺送丝机20内的电力转换电路58供应受控波形焊接输出用于焊接应用,而没有来自焊接电源与先进工艺送丝机20之间的电缆的衰减。这增加了供应到焊炬的受控波形焊接输出的响应时间并提高了精度。增加受控波形焊接输出的响应时间可以确保所需的焊接输出波形在焊接期间的特定时间供应到焊炬。例如,RMD<sup>TM</sup>焊接工艺利用具有在短路循环内的特定时间点变化的电流波形的受控波形焊接输出。增加受控波形焊接输出的响应时间还可以改善波形脉冲的定时以产生所需的焊接。

[0037] 在一些实施例中,电力转换电路58被配置成提供焊接输出到送丝组件60。送丝组

件60供应焊丝54到焊炬用于焊接操作。送丝组件60包括元件,例如,焊丝盘、送丝驱动、驱动辊和送丝控制电路。送丝组件60沿着焊接电缆62将焊丝54输送到焊炬。焊接输出可以通过与焊炬耦接上的焊接电缆62和/或与工件耦接上的工件电缆64供应。

[0038] 目前想到的先进工艺送丝机20的实施例具有工艺操作界面66以及用于控制焊接系统的参数的控制操作界面68。工艺操作界面66耦接至工艺电路56以供操作员通过选择焊丝大小、焊丝类型、材料和气体参数来选择并调节焊接工艺(例如,脉冲、短路、FCAW)。工艺操作界面66耦接至送丝组件60用于控制将焊丝54供应到焊炬。控制操作界面68耦接至工艺电路56以调节用于焊接应用的电压、电流强度、送丝速度和电弧长度。在一些实施例中,工艺操作界面66和控制操作界面68是分开的界面,每个界面具有各自的控制电路。可替代地,工艺操作界面66和控制操作界面68可以具有共同的控制电路和/或形成共同的控制和工艺操作界面。工艺操作界面66和/或控制操作界面68可以包括易失性或非易失性存储器,例如,ROM、RAM、磁存储器、光学存储器或它们的组合。此外,各种参数可以与代码一起存储在存储器中,所述代码被配置成在操作期间提供用于默认参数的特定输出。

[0039] 工艺界面66被配置成接收输入,例如,焊丝材料(例如,钢、铝)、焊丝类型(例如,实心、药芯)、焊丝直径、气体类型等。在接收到输入时,工艺电路56被配置成确定用于焊接应用的受控波形焊接输出。例如,工艺电路56至少部分地基于通过工艺界面66接收的输入确定用于受控波形焊接输出工艺的脉冲宽度、相对脉冲幅值和/或波形。送丝组件60可以被配置成基于存储器中基于接收的输入存储的代码或指令供应焊丝54。送丝组件60耦接至工艺操作界面66和控制操作界面68用于控制被供应用于焊接操作的焊丝54。送丝组件60至少部分地基于通过工艺操作界面66或操作界面68接收的操作输入调节用于将焊丝54供应到焊炬的参数。控制操作界面68被配置成接收用于参数的操作输入,例如,电流强度、电压、极性、送丝速率、电弧长度、工艺类型(例如,RMD<sup>TM</sup>、脉冲焊接)等。在一些实施例中,控制操作界面被配置成在不影响受控波形焊接输出的形状的情况下调节受控波形焊接输出的电力。工艺电路56至少部分地基于经由控制操作界面68接收的操作输入调节电力转换电路58和送丝组件60。在一些实施例中,耦接至工艺电路56的通信电路70被配置成通过用于提供输入电力的电力电缆发送并接收命令和/或反馈信号。通信电路70允许工艺操作界面66和/或控制操作界面68控制焊接电源。例如,工艺操作界面66和/或控制操作界面68可以被配置成控制通过焊接电源供应的输入电力的电流强度、电压或其他参数。在一些实施例中,工艺电路56在不受限于在操作界面34上设置的参数的情况下远离焊接电源控制焊接电源(图1)。也就是说,工艺电路56和通信电路70允许操作员以与焊接电源的操作界面34相等的控制优先级通过先进工艺送丝机20远程地控制焊接电源。

[0040] 先进工艺送丝机20的一些实施例包括用于沿着气体线路74提供气体到焊炬的阀组件72。阀组件72可以由工艺电路56和/或送丝组件60控制,如虚线控制线所示。例如,阀组件72可以被配置成在焊接应用之前和之后供应气体到焊炬。在一些实施例中,阀组件72被配置成在接收到来自工艺操作界面66或控制操作界面68的净化命令时净化气体线路74。

[0041] 图3示出了工艺操作界面66与控制操作界面68分开的设置在外壳76中的先进工艺送丝机20的实施例的前透视图。在一些实施例中,先进工艺送丝机20设置在具有外壳座78和外壳盖80的外壳76中以在关闭外壳76时保护送丝组件60免受操作环境的影响。外壳76可以基本上是便携的(例如,手提箱送丝机)并且被配置成供操作员手动运输到远离焊接电源

的焊接应用。为了清楚起见,以虚线示出外壳盖80,图示了设置在外壳内的送丝组件60的实施例。

[0042] 控制操作界面68可以设置在外壳76外,如图3所示。控制操作界面68可以包括一个或多个拨盘82、一个或多个显示器84以及一个或多个按钮86。在一些实施例中,拨盘82可以被配置成调节输入电力或焊接输出的电压或电流强度、送丝速度或电弧长度或它们的组合。一个或多个按钮86可以允许操作员选择事先存储在存储器中的工艺类型、操作员偏好或工艺参数,或它们的组合。控制操作界面68可以允许操作员选择存储在存储器中的工艺参数,例如,用于选择的受控波形焊接工艺的事先选择的电流强度和送丝速度。显示器84可以被配置成显示调节的工艺参数和/或选择的工艺类型(例如,RMD<sup>TM</sup>、脉冲焊接、FCAW、MIG)。在一些实施例中,一个或多个显示器84、灯或其他装置可以被配置成提供操作员可感知的通知以通知操作员耦接的电力电缆的极性是否与相应的输入端子40对应。

[0043] 先进工艺送丝机20的实施例包括设置在外壳76内以供应送丝驱动90的焊丝54的一个或多个焊丝盘88。焊丝54被拉动通过送丝驱动90和输出端子91到达焊接电缆62。在一些实施例中,气体线路74可以在如图所示的焊接电缆62内。工件电缆64与输出端子91耦接上。

[0044] 图4示出了工艺操作界面66设置在外壳76内的先进工艺送丝机20的实施例的俯视图。工艺操作界面66可以包括一个或多个按钮92和一个或多个指示灯94以接收并显示焊丝和材料参数。在一些实施例中,工艺操作界面66可以被配置成接收气体参数。工艺操作界面66的一个或多个按钮92可以被配置成接收输入,例如,焊丝材料(例如,钢、铝)、焊丝类型(例如,实心、药芯)、焊丝直径和气体类型。在一些实施例中,焊丝和/或气体参数被调节的频率可能低于通过控制操作界面68选择的控制参数。例如,工艺操作界面66可以设置在外壳内,该外壳在焊接期间通常封闭。又如,可以主要在改变焊丝54的焊丝盘88时调节工艺操作界面66。指示灯94可以包括被配置成提供指示选择的焊丝和/或气体参数的操作员可感知的通知的显示器、灯或其他装置。送丝驱动90的两个或更多个驱动轮98被配置成沿着焊接电缆62引导焊丝54通过输出端子91。

[0045] 图5示出了具有工艺电路56、电力转换电路58和送丝组件60的先进工艺送丝机20的实施例的框图。先进工艺送丝机20的实施例可以耦接至具有电感100的长电力电缆24上。可以理解的是,电力电缆24可以是常规的电力电缆24。如上所述,先进工艺送丝机20可以远离焊接电源定位。例如,先进工艺送丝机20可以设置在与焊接电源12相距大约30英尺至200英尺,大约50英尺至150英尺,或大约100英尺至150英尺处。在一些实施例中,位于远处的先进工艺送丝机可以在与焊接电源12不同的建筑、结构或房间中。电感100在使用期间可能随着电力电缆24被卷绕、展开和移动而变化。

[0046] 电力转换电路58被配置成接收来自电力电缆24的输入电力,并且将输入电力转换成焊接输出。电力转换电路可以在不考虑电力电缆24的电感100的情况下将输入电力转换成焊接输出。工艺控制电路102至少部分地基于从工艺操作界面66和/或控制操作界面68接收的参数控制电力转换电路58。工艺控制电路102允许升压转换器104和降压转换器106将输入电力转换成焊接输出。内部总线108可以设置在升压转换器104与降压转换器106之间。为了清楚的目的,在本文中仅讨论一个升压转换器104和降压转换器106,然而,电力转换电路58的其他实施例可以具有一个或多个升压转换器104和/或一个或多个降压转换器106。

升压转换器104和降压转换器106被配置成将输入电力转换成适用于例如RMD™和脉冲焊接工艺的受控波形焊接工艺的焊接输出。

[0047] 升压转换器104接收来自输入端子40的直流电压并且升高或增大供应到降压转换器106的总线电力的直流电压。可以理解的是,升压转换器104通过使用开关(例如,FET)以断开和闭合升压电路将来自焊接电源的直流输入电力转换成基本上脉冲升压的电压直流总线电力。直流总线电力的升压电压至少部分地基于开关的工作周期。改变开关的工作周期影响何时供应升压电压直流总线电力到内部总线108的定时。通过控制升压转换器104的开关,工艺控制电路102可以调节直流总线电力的定时、电压和电流强度。

[0048] 降压转换器106接收升压电压直流总线电力并且降低或减小直流电压以控制焊接输出的电炉强度。可以理解的是,降压转换器106通过使用开关(例如,FET)以断开和闭合降压电路将脉冲升压电压直流总线电力转换成脉冲降压电压直流焊接输出。如同升压转换器104,改变降压转换器106的开关的工作周期影响何时供应降压电压直流焊接输出到焊炬的定时。在一些实施例中,多个降压转换器106可以并联地耦接至内部总线108,并且被单独控制以影响焊接输出的变化(例如,脉冲)的定时和幅值。通过控制降压转换器106的开关,工艺控制电路102可以调节直流焊接输出的定时、电压和电流强度。控制电路102被配置成控制升压转换器104和降压转换器106的开关以基于操作员选择的焊接工艺(RMD™、脉冲焊接、FCAW、MIG)动态地调节施加在焊炬上的直流焊接输出的电压和/或电流强度。在一些实施例中,工艺控制电路102被配置成基于输入电力、总线电力或焊接输出或它们的组合的感测参数来控制升压转换器104和/或降压转换器106。例如,控制电路102可以基于焊接输出的感测参数来控制升压转换器104以控制内部总线108上的电压。

[0049] 在一些实施例中,电力存储电路(例如,总线电容器110)可以设置在内部总线108上。总线电容器110可以在任何时候部分地保护升压转换器104和/或降压转换器106免受进入电力转换电路58的输入电力与来自电力转换电路58的焊接输出之间的差异的影响。如上所述,升压转换器104转换的总线电力被引导至内部总线108,然后被引导至降压转换器106。总线电容器110可以被配置成存储总线电力直到被降压转换器106接收。存储并释放总线电容器110中较大的电力可以加热总线电容器。可以测量升压转换器104供应的总线电力与降压转换器106去除的用于转换成焊接输出的总线电力之间的电压差作为电压纹波。减小电压纹波的幅值可以提高焊接质量和/或维持总线电容器110的温度。总线电容器110的大小和电容可以基于电压纹波的幅值,而电压纹波至少部分地受到升压转换器104和降压转换器106的控制的影响。总线电容器110可以部分地减弱和/或延迟电压纹波。

[0050] 在一些实施例中,工艺控制电路102被配置成控制升压转换器104和降压转换器106的工作周期以至少部分地基于输入电力和焊接输出的感测参数来减小总线电容器110的电压纹波。由感测电路116通过输入传感器118在第一连接112和第二连接114感测输入电力的电流和电压。感测电路116通过总线传感器120感测总线电容器110上在内部总线108处的电流和电压,并且通过输出传感器122感测焊接输出的电流和电压。工艺控制电路102可以至少部分地基于焊接输出、输入电力或总线电力或它们的组合的感测参数(例如,电压、电流)驱动升压转换器104和降压转换器106。例如,感测电路116可以用焊接输出传感器122感测焊接输出的电压和电流,并且用输入传感器118和总线传感器120感测输入电力和总线电力的电压。在一些实施例中,工艺控制电路102被配置成确定焊接输出电流和电压的乘积

(即,功率)以及电力转换电路58的损耗,以确定损耗与乘积的总和,从而将总和除以输入电压以确定所需的总线电流,并且驱动升压转换器104以控制总线电流。升压转换器104可以控制总线电流为所需的总线电流以使进入内部总线108的总线电力与从内部总线108去除的焊接输出基本上匹配。电力电缆24的电感100使从焊接电源流入内部总线108的电流延迟。基于输入传感器118和/或总线传感器120而非焊接电源的输入电力的电流和电压来控制升压转换器104减小了总线电容器110的电压纹波。基于输入传感器118和/或总线传感器120控制升压转换器104减小或消除了电感100对焊接输出的影响。在一些实施例中,工艺控制电路102被配置成控制升压转换器104和降压转换器106以至少在降压转换器106正将总线电力转换成适用于受控波形焊接工艺(例如,脉冲焊接、短路焊接)的焊接输出时减小内部总线108上的电压纹波。

[0051] 工艺控制电路102可以被配置成通过调节升压转换器104和降压转换器106内的开关的工作周期的控制信号的定时来减小电压纹波。通过调节控制信号的定时,工艺控制电路102可以被配置成使焊接输出电压和电流的脉冲(例如,相位)与输入电力的输入电流的脉冲总体匹配。工艺控制电路102可以调节来自升压转换器104和/或降压转换器106的信号脉冲的相对定时(例如,相移、时间提前、时间延迟)以减小电压纹波。减小内部总线108上的电压纹波可以允许总线电容器110更小、更轻、更冷、更高效、更便宜或它们的组合。工艺控制电路102可以被配置成将电压纹波调节到用于电力电缆24的任何电感100的最小值。以此方式,电感100可以在不影响内部总线108的电压纹波和/或来自降压转换器106的焊接输出的情况下在焊接系统的操作期间或者在焊接操作之间改变。

[0052] 沿着与输入端子40耦接上的电力电缆24从焊接电源接收输入电力。在一些实施例中,输入端子40具有第一输入连接112和第二输入连接114,这些连接具有各自的限定的极性。如上所述,第一端子26和第二端子28具有正极性和负极性,因此输入电力被极化。在一些实施例中,感测电路116被配置成使用输入传感器118检测供应到第一输入连接112和第二输入连接114的极化输入电力的极性。感测电路116可以被配置成检测第一端子26和第二端子28的极性与第一输入连接112和第二输入连接114的限定的极性之间的不匹配。与感测电路116耦接上的工艺控制电路102可以被配置成仅当检测的输入电力极性与第一输入连接112和第二输入连接114的限定的极性对应时提供极化输入电力到电力转换电路58。先进工艺送丝机20可以被配置成供应用于特定的焊接应用的极化焊接输出。切换第一端子26和第二端子28的极性使得端子26和28不与第一输入连接112和第二输入连接114对应可以将电力电缆62和工作电缆64的极性从DCEN切换成DCEP,或从DCEP切换成DCEN。

[0053] 在一些实施例中,先进工艺送丝机20被配置成通知操作员极性和/或自动切换输入电力的极性。例如,工艺操作界面66和/或控制操作界面68可以被配置成当极化输入电力的极性与第一输入连接112和第二输入连接114的限定的极性对应时提供操作员可感知的通知。通信电路可以被配置成通过通往焊接电源的电力电缆发送并接收命令和/或反馈信号。通信电路发送指示输入连接的极性之间的不匹配的信号使得焊接电源可以提供极性的操作员可感知的通知和/或使输入电力的极性反转。在一些实施例中,焊接电源的极性反转电路36(图1)基于信号使极化输入电力的极性反转,这样使得极化输入电力的极性与第一输入连接112和第二输入连接114的限定的极性对应。

[0054] 感测电路116还被配置成用总线传感器120测量内部总线108的电流和/或电压,并

且用焊接输出传感器122测量焊接输出的电流和/或电压。工艺控制电路102通过感测电路116监测输入传感器118、总线传感器120和焊接输出传感器122。在检测到极化输入电力和/或焊接输出变为阈值范围之外的值时,工艺控制电路102可以断开继电器电路124以中断提供极化输入电力到焊接送丝机20的操作部件。操作部件可以包括,但不限于,电力转换电路58、焊接送丝驱动90和送丝控制电路或它们的任意组合。阈值范围可以具有最大阈值(例如,大约80V、100V、120V或更大)和最小阈值(例如,大约20V、25V或30V)。当极化输入电力和/或焊接输出是在阈值范围内时操作电力转换电路可以增加转换的稳定性或一致性。例如,继电器电路124下游短路可以导致内部总线108上的电压下降和/或焊接输出的电压下降。断开继电器电路124可以至少保护继电器电路124免受由于下游短路引起的过大输入电力的影响。继电器电路124可以包括电路元件,例如,门锁继电器、非门锁继电器、固态开关等。继电器电路124被配置成闭合以提供输入电力并且断开以中断通往电力转换电路58的输入电力。在一些实施例中,电力存储电路可以提供电力以断开继电器电路124并且中断输入电力。电力存储电路可以包括辅助电源126和/或内部总线108上的总线电容器110。

[0055] 目前想到的继电器电路124的实施例包括在第一继电器接头132和第二继电器接头134并联耦接的电力继电器128和旁通电路130。电力继电器128可以是门锁继电器或非门锁继电器,其被配置成在闭合时沿着第一电流路径129输送高安培直流电。门锁继电器可以比具有相同电流容量的非门锁继电器更小且更轻。在一些实施例中,电力继电器128可以由Gruner(Wehingen,德国)制造的继电器型号753。旁通电路130可以包括,但不限于,驱动电路、电压钳制器件(例如,金属氧化物电阻器)和响应于来自驱动电路的驱动信号的一个或多个开关。一个或多个开关被配置成在闭合时沿着第二电流路径131输送电流。电压钳制器件可以被配置成响应于继电器电路124上的电压峰值(例如,迅速增大或减小)钳制第一继电器接头132和第二继电器接头134上的电压。电压峰值可以使大电流另外沿着第一电流路径129和第二电流路径131流动。电压钳制器件可以被配置成耗散一些存储在电力电缆24的电感100中的能量。在一些实施例中,旁通电路130可以包括至少一对开关,以便当第一端子26和第二端子28的极性不与耦接的第一端子112和第二端子114的各自限定的极性对应时保护驱动电路。旁通电路130还可以包括与电力继电器128并联耦接的多个固态开关(例如,晶体管)以提供所需的电流输送容量,例如,高安培直流输入电力。驱动电路可以是工艺控制电路102或由工艺控制电路102控制的单独的电路。

[0056] 工艺控制电路102被配置成供应信号到电力继电器128以断开和闭合电力继电器128,并且供应信号到旁通电路130以便与电力继电器128的断开和闭合协调地断开和闭合旁通电路130。在一些实施例中,基本上同时施加断开和闭合电力继电器128以及断开和闭合旁通电路130的信号。旁通电路130可以被配置成短时间内沿着第二电流路径131输送一部分输入电力到电力转换电路58以在该短时间内减小通过电力继电器128沿着第一电流路径129输送的输入电力的剩余部分。当闭合时,旁通电路130的开关被配置成减小电力继电器128上的电流以允许电力继电器128在不产生电弧放电和/或使用磁性灭弧的情况下断开或闭合。在工艺控制电路102以信号通知电力继电器128断开或闭合之后,工艺控制电路102以信号通知旁通电路130的开关断开以中断沿着第二电流路径131的这部分输入电力。旁通电路130的开关可以被配置成在断开或闭合电力继电器128时的短时间内沿着第二电流路径131输送输入电力。

[0057] 电力继电器128闭合以在焊接期间提供输入电力到电力转换电路58。在一些实施例中,与感测电路116耦接上的工艺控制电路102被配置成监测输入电力的电压和内部总线108上的电压。控制电路102被配置成至少部分地基于输入电压或内部总线108上的电压的下降(这可能指示继电器电路124下游短路)断开电力继电器128。工艺控制电路102可以用存储在电力存储电路,例如,辅助电源126或总线电容器110中的电力启动电力继电器130。例如,工艺控制电路102可以使电力存储电路放电以便给线圈供电从而断开或闭合电力继电器128。

[0058] 在一些实施例中,电力存储电路可以在焊接电源提供适用于转换成焊接输出的输入电力之前充电。内部总线108上的电力存储电路(例如,总线电容器110)可以通过接收的初始水平的输入电流充电。在一些实施例中,工艺控制电路102将预充电信号发送到焊接电源以使输入电力的输入电流减小到初始水平。感测电路116可以用总线传感器120感测电力存储电路的充电。在一些实施例中,工艺控制电路102可以发出信号到焊接电源以基于输入电力电压和内部总线108上的电压的比较使输入电流增大到更高的水平。在一些实施例中,工艺控制信号在第一电流路径129闭合并且第二电流路径131断开之后接收更高水平的输入电流。首先接收初始水平的输入电流,然后接收更高水平的输入电流允许先进工艺送丝机20的阶梯式启动以减小涌入电流以及工艺控制电路102和/或电力转换电路58消耗的输入电力。例如,当总线电压为输入电力电压的大约50%、75%或100%时,工艺控制电路102可以发出信号到焊接电源。在一些实施例中,信号经由通信电路70和电力电缆24发送到焊接电源。

[0059] 升压转换器104和降压转换器106之间的总线电容器110可以在先进工艺送丝机20内执行若干功能。总线电容器110可以存储电力以断开或闭合继电器电路124以中断流到操作部件(例如,电力转换电路58、送丝驱动90、送丝控制电路136)的输入电力。工艺控制电路102可以基于总线电容器110和/或输入连接112、114的电压断开或闭合继电器电路124。工艺控制电路102还可以至少部分地基于总线电容器110和/或输入连接112、114的感测电压发送信号到焊接电源。

[0060] 在一些实施例中,旁通电路130被配置成当继电器电路124下游短路时防止电力继电器128闭合。工艺控制电路102可以通过闭合第二电流路径131来检测先进工艺送丝机20以确定内部总线108的电压是否可以增大。在继电器电路124的下游短路的情况下,内部总线108的电压不会增大。当工艺控制电路102确定内部总线108的电压可以增大时,工艺控制电路102可以闭合电力继电器128以允许输入电力流到电力转换电路58。检测先进工艺送丝机20存在继电器电路124下游短路允许电力继电器128在短路事件中保持断开。

[0061] 送丝组件60由与送丝驱动90耦接上的送丝控制电路136控制。送丝控制电路136可以与工艺操作界面66、控制操作界面68和工艺控制电路102耦接上。送丝控制电路136控制送丝驱动90至少部分地基于通过工艺操作界面66和控制操作界面68接收的参数供应焊丝54到焊接电缆62。如上所述,工艺操作界面66可以被配置成接收用于气体参数的输入。与气体线路74耦接上的阀门组件72被配置成由工艺控制电路102和/或送丝控制电路136控制。

[0062] 图6示出了沿着6-6线截取的图5的旁通电路130的实施例的示意图。如上所述,旁通电路130在第一继电器接头132和第二继电器接头134与电力继电器128并联耦接。旁通电路130包括与电力继电器128并联耦接的一个或多个开关138,例如,金属氧化物半导体场效

应晶体管(MOSFET)。在一些实施例中,固态开关可以布置成反串联的并联配置。电力继电器128和旁通电路130由工艺控制电路控制以基本上在同时断开和闭合以减小电力继电器128上的电弧放电。闭合电力继电器128允许电流沿着第一电流路径129流动并且闭合开关138允许电流沿着第二电流路径131流动。第二电流路径131可以包括并联开关之间的多个分支140、142、144和146。改变分支的数量影响沿着第二电流路径131的电流承载容量,因此在启动电力继电器128时影响沿着第一路径129的电流。在启动电力继电器128时减小沿着第一路径129的路径减小了电力继电器的触头之间的电弧放电。工艺控制电路被配置成通过门极148和其他控制开关控制一个或多个开关138以同时或依次断开和闭合一个或多个开关138。一个或多个开关138被配置成断开,除非受到工艺控制电路的控制才闭合。

[0063] 在接收来自工艺控制电路的控制信号时,一个或多个开关138被配置成闭合,从而断开第二电流路径131。在闭合一个或多个开关138时,工艺控制电路而控制电力继电器128开始断开或闭合,由于沿着第二电流路径131的电流,造成了沿着第一电流路径129电流减小。在开始断开或闭合电力继电器128之后,工艺控制电路断开一个或多个开关138以断开第二电流路径131。来自控制一个或多个开关138和电力继电器128的控制信号可以是基本上同时断开和闭合第一电流路径129和第二电流路径131的脉冲。也就是说,电力继电器128可以在大约5-50毫秒、10-40毫秒或大约20-30毫秒内断开和闭合第一电流路径129和第二电流路径131。

[0064] 旁通电路130包括电压钳制器件150(例如,金属氧化物电阻、压敏电阻)以保护一个或多个开关138和电力继电器128免受超压的影响。在断开电力继电器128时,第一继电器接头132和第二继电器接头134之间的电压可以随着总线电容器、电力电缆和/或辅助电源或其他电路释放存储的电荷而增大。电压钳制器件150被配置成在高电压比在低电压具有更大的电阻。电压钳制器件150随着第一继电器接头132和第二继电器接头134之间的电压增大而沿着第三电流路径152输送更大电流以维持沿着第一电流路径129和第二电流路径131的电流在阈值水平以下。

[0065] 根据如图7至图10所示的多种方法可以利用图5的先进工艺送丝机。可以与图7至图10图示的所有实施例一起利用先进工艺送丝机的一些实施例。可以与图7至图10图示的仅一些实施例一起利用先进工艺送丝机的其他实施例。图7图示了将输入电力转换成先进工艺送丝机内的受控波形焊接输出的方法1。该方法的第一步156是从焊接电源接收输入电力。在一些实施例中,输入电力可以是大约80V的极化直流输入电力。输入电力如果被直接供应到焊炬则可能不适用于受控波形焊接工艺。在步骤158中,操作员可以打开先进工艺送丝机的外壳。操作员可以打开外壳以安装或更换焊丝盘或者调节与焊丝和气体供应相关的参数。在步骤160,外壳内的工艺操作界面在步骤162中关闭外壳之前接收焊丝和/或气体参数。在步骤164,工艺控制电路确定工艺参数。工艺参数包括受控波形输出、电流强度和焊丝输送速度等。可以基于通过工艺操作界面接收的参数确定工艺参数。在一些实施例中,控制电路在操作员不直接选择工艺类型的情况下基于存储在存储器中的代码和/或指令自动确定用于受控波形焊接输出的工艺参数。在步骤166,先进工艺送丝机可以与焊接电源通信以至少部分地基于接收的工艺和/或焊丝参数调节输入电力。在一些实施例中,步骤166可以在先进工艺送丝机工作期间的任何时候发生。在方框168,先进工艺送丝机将输入电力转换成焊接输出。焊接输出可以是适用于短路或脉冲焊接工艺的受控波形焊接输出。与焊接电

源耦接上的电力电缆的电感不减弱先进工艺送丝机内的电力转换电路所转换的焊接输出。在步骤170,先进工艺送丝机接收保护气体。保护气体可以通过焊接电源或单独的气体供应来供应。在步骤172,先进工艺送丝机至少部分地基于在步骤160和164接收的输入将焊丝和气体提供给焊炬。在步骤174,至少部分地基于在步骤164接收的输入将焊接输出提供给焊炬。焊接输出由于电力转换电路和焊炬之间较短的距离和低电感而可能适用于受控波形焊接工艺。

[0066] 图8示出了感测先进工艺送丝机接收的输入电力的极性的方法176。在步骤178,先进工艺送丝机接收来自焊接电源的极化输入电力。沿着电力电缆的第一端子和第二端子供应极化输入电力。在均具有限定的极性的两个输入连接处接收输入电力。在方框180,感测电路用第一输入连接和第二输入连接处的输入传感器检测极化输入电力的极性和电压。在一些实施例中,在方框182,接收的输入电力可以使电力存储电路,例如,辅助电源和/或总线电容器充电。

[0067] 在步骤180检测输入电力的极性时,感测电路在节点184验证第一端子和第二端子是否与输入连接的限定的极性对应。如果极性之间不匹配,那么先进工艺送丝机内的工艺控制电路就可以通过工艺操作界面、控制操作界面和/或焊接电源以操作员可感知的通知来通知操作员不匹配的极性。可替代地,在方框188,工艺控制电路可以与焊接电源通信以指导焊接电源改变输入电力的极性,如方框190所示。如果输入电力的极性与限定的极性连接的极性匹配,工艺控制电路就在节点192确定输入电力和输入电压是否基本上稳定。如果输入电压稳定,就将输入电力供应到电力转换电路。工艺控制电路可以定期感测并确定输入电压在焊接工艺期间是否在节点192稳定。如果输入电压不稳定,那么工艺控制电路可以中断供应到电力转换电路的极化输入电力。工艺控制电路可以通过断开电力转换电路上游的电力继电器和/或与焊接电源通信来中断极化输入电力以停止向先进工艺送丝机供应输入电力。如果输入电力中断,在接收到极化输入电力时可以从步骤178重复方法176。

[0068] 在方框196,如果输入电压稳定,就将输入电力供应到电力转换电路以将极化输入电力转换成焊接输出。焊接输出可以是适用于短路工艺或脉冲焊接工艺的受控波形焊接输出。另外,焊接输出可以适用于FCAW工艺或GMAW焊接工艺。与焊接电源耦接上的电力电缆的电感不会减弱先进工艺送丝机20内的电力转换电路所转换的焊接输出。在步骤170,先进工艺送丝机接收保护气体。保护气体可以通过焊接电源或单独的气体供应来供应。在步骤172,先进工艺送丝机提供焊丝和气体到焊炬。在步骤174,焊接输出被提供给焊炬。提供的焊接输出由于电力转换电路和焊炬之间较短的距离和低电感而可能适用于受控波形焊接工艺。

[0069] 图9A示出了使先进工艺送丝机的电路元件预充电并且使用与电力继电器并联的旁通电路的方法198的一部分。在步骤199,先进工艺送丝机在先进工艺送丝机与焊接电源电性耦接时发送预充电信号到焊接电源。预充电信号指导焊接电源将预充电输入电力的电流限制在初始水平。在步骤200,先进工艺送丝机接收初始水平的输入电力。在步骤201,工艺控制电路发送控制信号到旁通电路以闭合第二电流路径从而将初始水平的输入电力输送到电力存储电路(例如,内部总线上的总线电容器)。在步骤202,初始水平的输入电力使电力存储电路(例如,总线电容器)充电。在步骤204,感测电路检测输入电力和总线电力的电压。总线电力的电压是总线电容器中存储的电力的度量。在节点206,工艺控制电路将输

入电力和总线电力的电压进行比较。在一些实施例中,在节点206,工艺控制电路按照以上参照图5所述的方式检测继电器电路以确定继电器电路下游是否存在短路。如果下游存在短路(例如,电压低于阈值),工艺控制电路就不能闭合电力继电器使得输入电力不通过短路。在下游短路的情况下,在方框207,工艺控制电路可以断开旁通电路。在旁通电路断开之后,在方框209,电压钳制器件钳制电压以至少部分地保护继电器电路。在方框211,工艺控制电路可以发送信号到焊接电源、工艺操作界面和/或控制操作界面。在一些实施例中,信号可以控制焊接电源以停止产生输入电力。在其他实施例中,在方框213,信号控制操作界面以向操作员提示故障(例如,短路)。在步骤208,如果总线电力的电压在阈值以上(例如,电力存储电路已充电)并且不存在短路,工艺控制电路就发送控制信号到电力继电器以闭合第一电流路径。

[0070] 在闭合电力继电器之后,在步骤210,工艺控制电路发送控制信号到旁通电路以断开第二电流路径。在一些实施例中,在方框212,工艺控制电路发送信号到焊接电源。信号指导焊接电源使输入电力的电流增大到更高水平。在其他实施例中,焊接电源被配置成在步骤210之后的限定时间段后使电流增大到更高水平。在一些实施例中,先进工艺送丝机的工艺控制电路可以基本上同时或者在小于大约50毫秒、小于大约30毫秒或小于大约15毫秒内执行步骤208和210。在方框214,先进工艺送丝机接收更高水平的输入电力。在方框216,更高水平的输入电力适用于转换成焊接输出用于所需的焊接工艺。

[0071] 在步骤216,先进工艺送丝机的电力转换电路将更高水平的输入电力转换成焊接输出。焊接输出可以是适用于短路工艺或脉冲焊接工艺的受控波形焊接输出。另外,焊接输出可以适用于FCAW工艺或GMAW焊接工艺。与焊接电源耦接上的电力电缆的电感不会减弱先进工艺送丝机内的电力转换电路所转换的焊接输出。图9B示出了在方框216期间和之后可以配置的方法198的第二部分。在焊接工艺期间,在节点218,感测电路监测输入电力和总线电力的电压以控制继电器电路。在一些实施例中,感测电路还可以按照以上图8中的方法176所述的方式检测输入电力的极性以通知操作员极性不匹配或者使焊接电源的极性反转。

[0072] 如果感测电路检测内部总线的电压下降和/或输入电力的电压下降,工艺控制电路就在步骤220、224和226启动继电器电路以中断通往电力转换电路的输入电力。在步骤220,工艺控制电路发送控制信号到旁通电路以闭合第二电流路径。在步骤220同时或紧接其后,在步骤224,工艺控制电路发送控制信号到电力继电器以断开第一电流路径。工艺控制电路可以使电力存储电路的至少一部分放电以驱动电力继电器断开。例如,电力存储电路在收到来自工艺控制电路的控制信号时可以存储电力以驱动磁芯线圈来断开电力继电器。在断开电力继电器之后,在步骤226,工艺控制电路发送控制信号到旁通电路以断开第二电流路径。在一些实施例中,先进工艺送丝机的工艺控制电路可以基本上同时或者在小于大约50毫秒、小于大约30毫秒或小于大约15毫秒内执行步骤220、224和226。在第一和第二电流路径断开之后,继电器电路上的电压可能由于电力电缆和/或电力存储电路内存储的电力而增大。继电器电路的电压钳制器件在方框228钳制电压以减小存储的能量对电力继电器或旁通电路的影响。在整个方法198中,例如,如果感测电路检测到输入电力和总线电力的稳定电压,先进工艺送丝机就可以在步骤230与焊接电源通信。先进工艺送丝机可以指导焊接电源调节输入电力(例如,停止供应输入电力)。

[0073] 在步骤170,先进工艺送丝机接收保护气体。保护气体可以通过焊接电源或单独的气体供应来供应。在步骤172,先进工艺送丝机提供焊丝和气体到焊炬。在步骤174,焊接输出被提供给焊炬。提供的焊接输出由于电力转换电路和焊炬之间较短的距离和低电感而可能适用于受控波形焊接工艺。

[0074] 图10示出了控制输入电力的电流以减小内部总线的电压纹波的方法232。方法232的第一步234是从焊接电源接收输入电力。在一些实施例中,输入电力可以是大约80V的极化直流输入电力。在整个方法232中,先进工艺送丝机可以与焊接电源通信,如步骤236所示。在步骤238,电力转换电路的升压转换器接收输入电力并且将输入电力转换成总线电力。总线电力沿着内部总线从升压转换器输送到降压转换器。在步骤240,感测电路检测总线电力的电流和电压。在步骤242,降压转换器将来自内部总线的总线电力转换成焊接输出。焊接输出可以是适用于短路或脉冲焊接工艺的受控波形焊接输出。另外,焊接输出可以适用于FCAW工艺或GMAW焊接工艺。在步骤244,感测电路还检测焊接输出的电流和电压。

[0075] 工艺控制电路接收检测的电流并且处理检测的测量结果以调节电力转换电路。在一些实施例中,工艺控制电路被配置成确定总线电力的所需的电流以减小内部总线上的电压纹波。工艺控制电路可以通过确定焊接输出电流和电压的乘积,确定乘积与转换损失的总和,并且将总和除以总线电压,来确定总线电力的所需的电流。在步骤248,工艺控制电路可以基于来自步骤240和244的检测的电流和电压测量结果来调节升压转换器和降压转换器的命令信号。在一些实施例中,工艺控制电路调节电力转换电路的命令信号以使进入内部总线的总线电力与进入降压转换器的总线电力基本上及时匹配。这减小了内部总线上的电压纹波。工艺控制电路被配置成至少部分地基于焊接输出调节总线电力的电流。在一些实施例中,工艺控制电路被配置成调节升压转换器内的开关的工作周期以使输入电力到总线电力的转换在时间上提前或延迟(例如,相移)。工艺控制电路还被配置成调节降压转换器内的开关的工作周期以使总线电力到焊接输出的转换在时间上提前或延迟(例如,相移)。在一些实施例中,工艺控制电路被配置成基于反馈动态地调节升压转换器和降压转换器以将电压纹波调节到最小值。工艺控制电路被配置成将电压纹波调节成用于电力电缆的任何电感的最小值。

[0076] 在步骤170,先进工艺送丝机接收保护气体。保护气体可以通过焊接电源或单独的气体供应来供应。在步骤172,先进工艺送丝机提供焊丝和气体到焊炬。在步骤174,焊接输出被提供给焊炬。提供的焊接输出由于电力转换电路和焊炬之间较短的距离和低电感而可能适用于受控波形焊接工艺。

[0077] 图11是示出了在不调节电力转换电路的情况下先进工艺送丝机的总线电压、输入电流和焊接输出参数与时间的实施例的图表249。图表249示出了升压转换器供应的内部总线的一系列输入电流脉冲以及降压转换器从内部总线消耗的适用于受控波形焊接工艺的焊接输出。信号250是在内部总线上测量的电压纹波。信号252是降压转换器消耗的焊接输出的输出电流,并且信号254是降压转换器消耗的焊接输出的输出电压。信号256是升压转换器从输入电力供应的转换的总线电力的电流。图示的每个信号具有规则的周期,然而,输出电流和电压252、254的输出定时(例如,相位)先于总线电流256的输入定时(例如,相位)。也就是说,总线电流256的峰值260的定时与焊接输出电流252和焊接输出电压254的峰值258的定时偏离。图表249的输出峰值258和输入峰值260之间的相对时间差导致电压纹波

具有大的峰值间幅值262。

[0078] 图12是示出了调节电力转换电路以减小电压纹波的先进工艺送丝机的总线电压、输入电流和焊接输出参数与时间的实施例的图表264。在此实施例中,电压纹波250的峰值间幅值262基本上小于图11的图表249。工艺控制电路控制升压转换器和/或降压转换器内的开关的工作周期以减小电压纹波250。例如,工艺控制电路调节输出电流和电压的输出峰值258的定时,调节总线电流的输入峰值260的定时或它们的组合。图12示出了工艺控制电路延迟输出峰值258的定时以更密切地与输入峰值260的定时一致从而减小电压纹波250的峰值间幅值262的实施例。在一些实施例中,输入电流256和输入电压信号在时间上与输出电流252和输出电压254对齐时减小电压纹波250。输入电流256和输入电压信号的乘积可以大约等于转换损失(例如,来自升压转换器和降压转换器)与输出电流252和输出电压254信号的乘积的总和。在一些实施例中,工艺控制电路通过升压转换器和降压转换器控制转换以改善脉冲波形的形状从而进一步减小电压纹波。例如,图表264的实施例的总线电流256比图表249的实施例更快地增大和减小。另外,工艺控制电路可以控制升压转换器供应的总线电流256密切匹配降压转换器消耗的焊接输出252的电流,如图表264所示。

[0079] 图13图示了可以在上述类型的与焊接电源耦接上的悬丝器中或在远程送丝机中使用的示例性电流管理系统。一般由附图标记268表示的电流管理系统被设计成通过电力电缆24与焊接电源12耦接上。因为焊接电源12可能通常处于带电状态(即,通电并且提供输出电力给电缆24),电流管理系统268可以提供多种功能,例如,限制流入远程部件内的能量存储设备的涌入电流,和/或当部件与带电的焊接电源耦接上时使电流延迟应用于能量存储设备以避免在端子连接处电弧放电。在图示的实施例中,电流管理系统268包括与部件内的本地电源272耦接上的至少一个能量存储设备270。本地电源可以用于提供用于各种配件274,例如,用户界面、显示器等的电力。能量存储设备270可以包括一种或多种设备,例如,电容器、电池、它们的组合或任何其他能量存储设备。充电/放电控制电路276还被设置成用于调节能量存储设备270的电流施加并且用于调节来自能量存储设备的电力流出。这些设备在如图所示的总线电路布置中耦接,而焊接电力提供给与此电路并联的焊炬。此外,电流和电压传感器可以并入电路中用于调节某些部件的操作,特别是在悬丝器或送丝机与电源初始连接期间以及在操作期间。

[0080] 如以下参照图14和图15更全面地所述,电流管理系统268用于通过充电/放电控制电路的操作限制流入能量存储设备中的电流。具体地讲,在使用期间,电路可以确保焊接电力输出不使本地电源272“挨饿”,例如,在起弧(例如,在TIG操作时的提升起弧)期间。此外,可以通过电路使电流消耗足够低以防止在悬丝器和送丝机与带电的焊接电源连接上时发生电弧放电。再者,来自能量存储设备的能量可以用于在开路电压损失(即,“跨失”(ride-through))期间维持给配件274供电。

[0081] 图14示出了例如可以适用于限制例如焊接悬丝器的远程部件的涌入电流的示例性充电/放电控制电路276。能量存储设备270在这里被图示为一系列电容器。通过电阻器280和开关282限定充电路径278。在图示的实施例中,电阻器280是较低的电阻,例如,100欧姆,尽管可以使用任何合适的电阻,并且开关282包括MOSFET,尽管可以使用任何合适的开关。电阻器280在部件连接到带电的电源时将最初限制流到电容器的电流。通往电容器的电流由受到齐纳二极管286(或另一个器件,例如,模仿齐纳二极管和误差放大器的组合的各

方面的电路)控制的电阻器280和开关282的限制。当悬丝器与焊接电源开路电流电压连接上时,通过选择单独的电子部件来防止电弧放电可以使电流足够低。为了保护目的提供二极管284。一起作用以通过调节开关282的导通状态来限制电流的二极管286(或如上所述的其他器件)和电阻器288提供电流限制效果。在当前的电路设计中,例如,电流流量不允许超过大约0.5安培。也就是说,开关282允许给电容器充电,并且此开关维持在导通状态,但是通过部件286和288的交互而减小返回到限制的电流。

[0082] 此外,提供一起作用以限制电压的额外的二极管290(其还可以是模仿二极管与误差放大器的组合的各方面的电路)和额外的电阻器292。也就是说,如示出的附图所耦接的这些部件起到减小开关282的偏压来有效地限制器件的电压的作用。因此,可以利用较低电压电容器。

[0083] 在操作中,当部件最初与带电的电源耦接上时,电路有效地限制电流的涌入,在这种情况下任何峰值被限制成大约0.5安培。然后允许存储器设备(在这种情况下为一系列电容器)充电。此后,在焊接电力损失期间通过二极管供给本地电源272的电容器提供“跨失”能力。应该指出的是,图14所示的电路,以及事实上图13和以下所述的图15的电路旨在作为远程部件中设置的任何其他电路的附加,无论是悬丝器还是送丝机。也就是说,然而,这些部件可以包括各种感测电路、处理电路、控制电路、送丝电路和上述类型的其他电路。

[0084] 图15示出了可用于远程设备中的电流和/或电力管理的另一个示例性电路,该电路在这种情况下特别适用于上述类型的送丝机。该电路还包括本地电源272以及存储器件270,存储器件在这种情况下为多个电容器。电流在电容器中的施加被延迟,直到另外的电容器296通过电阻器298被充电到固态开关294的栅极阈值。然后,这种延迟在部件最初耦接至带电的焊接电源时防止或减小电弧放电的可能性。此外,第二固态开关300和二极管302的交互有效地限制电容器上的电压。也就是说,当二极管302变成导通状态时,开关300的栅极通电,从而使开关294处于非导通状态。从电容器流出的电流通过开关294的封装的内部二极管。

[0085] 可以容易设想到对图15的电路的各种增强,例如,可以在开关294与电容器296之间设置比较器以提供有效避免开关294的线性模式的“紧扣”(snap-on)操作。因此该电路在工作期间在提供所需的本地电源能力和跨失能力的同时提供有效地减少或避免在初始连接时电弧放电的双向低阻抗能量存储管理。

[0086] 先进工艺送丝机的工艺电路可以至少部分地基于基于输入电力的参数(例如,电感、极性)、焊接输出的参数(例如,焊接输出电流、焊接输出电压、透支事件等)、内部总线的参数(例如,电压纹波、存储的能量等)或它们的任意组合控制先进工艺送丝机的各个方面。如图5所示,先进工艺送丝机20的一些实施例可以利用工艺电路56来至少部分地基于电力存储电路(例如,内部总线108的总线电容110)存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )、输入电力的电感或它们的任意组合控制电力转换电路58。例如,工艺电路56可以在透支事件期间(例如,短路清除、峰值脉冲期间、相对增大的电弧延伸期间)限制焊接输出的电流以维持电弧并且当仅升压转换器104不应用于透支事件的焊接输出时维持电力存储电路(例如,内部总线108的总线电容110)上所需的最小能量(例如, $E_{\text{最小}}$ )。可以理解的是,所需的最小能量和/或保护电压可以至少部分地基于焊接系统的部件的相对大小、所需功能和配置。例如,供工地和/或埋弧焊工艺使用的焊接系统10可以具有比室内场地的焊接系统相对较高的所需最小

能量。电力存储电路可以存储输入电力的至少一部分,并且可以在透支事件期间释放至少一部分存储的能量。如本文所述,总线电容器110的提及可以包括,但不限于,电力存储电路具有一个或多个电容器、一个或多个电池或它们的任意组合。

[0087] 在先进工艺送丝机20的短暂工作期间,透支事件(例如,短路清除)会使焊炬14从先进工艺送丝机20消耗比焊接电源12提供给先进工艺送丝机20的输入电力更多的焊接电力(例如,焊接输出)。例如,在短路清除阶段期间,焊接电流可以在焊接电压由于短路而低于电压设定时增大。当焊接电流保持较高(例如,大约700安培或更大)时,由于焊接电压迅速增大,当短路清除时发生透支事件。透支事件的增大的焊接电压值和焊接电流值可从电力存储电路(例如,总线电容器110)消耗能量,除非电力转换电路58另外被控制,如下所述。降压转换器106从内部总线108消耗直流总线电力以提供焊接输出到焊炬14。在焊接输出小于或大约等于输入电力时的操作期间,升压转换器104提供直流总线电力到内部总线108。降压转换器106未消耗的由升压转换器104供应到内部总线108的直流总线电力的至少一部分可以存储在内部总线108的总线电容器110中。在操作的采样间隔期间存储在电力存储电路(例如,总线电容器110)中的能量可以由等式(1)概括:

$$[0088] \quad E_1 = E_0 + K - P_{\text{输出}} * t \quad (1)$$

[0089] 其中 $E_1$ 在采样间隔结束时存储在电力存储电路中的能量, $E_0$ 是在采样间隔开始时存储在电力存储电路中的能量, $K$ 是由电源12增加到内部总线108的能量, $P_{\text{输出}}$ 是提供给焊炬14的焊接输出,并且 $t$ 是采样间隔的持续时间。在一些实施例中,通过感测电路116的输入传感器118或总线传感器120测量 $K$ 。另外,或在替代形式中, $K$ 可以是来自电源12的模型推导的值,经由电源12输入到处理电路56的输入,或对控制界面68的输入或它们的任意组合。例如, $K$ 可以至少部分地基于电源12的电流设置、电压设置或类型或它们的任意组合。因此,等式(1)描述了相对于电力存储电路(例如,总线电容器110)的能量的净流量。可以理解的是,当 $E_1$ 约等于总线电容器110的额定电容(例如, $C_{\text{总线}}$ )时,可以不向总线电容器110增加额外的能量。电容器的存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )可以由等式(2)限定:

$$[0090] \quad E_{\text{电容器}} = 1/2 * C_{\text{总线}} * (V_{\text{总线}})^2 \quad (2)$$

[0091] 其中 $C_{\text{总线}}$ 是总线电容器110的额定电容,并且 $V_{\text{总线}}$ 是感测电路116的总线传感器120感测的总线电压。

[0092] 降压转换器106可以消耗存储在内部总线108的电力存储电路(例如,总线电容器110)中的能量以在焊接输出超过输入电力时在透支事件期间补充转换成焊接输出的输入电力。在透支事件期间,总线电容器110可以释放存储的能量的至少一部分给降压转换器106用于焊接输出,从而保护升压转换器104免受透支事件的影响。如本文所述,透支事件是要求的焊接输出大于升压转换器104可以提供给内部总线108的直流总线电力的时间段。从电力存储电路(例如,总线电容器110)释放至少一部分存储的能量可以防止升压转换器104非故意重启,和/或可以用要求的焊接输出电流或减小的焊接输出电流维持电弧54。当总线电容器110的电压大于所需的保护电压(例如,0V、5V、10V、20V、30V、40V)时,内部总线108可以通过供应电力存储电路(例如,总线电容器110)的一些存储的能量到降压转换器106来保护升压转换器104免受透支事件的影响。工艺电路56可以控制电力转换电路58(例如,升压转换器104、降压转换器106、内部总线108)维持 $V_{\text{总线}}$ 大于保护电压。例如,工艺电路56可以控制降压转换器106以限制用于透支事件期间的供应到焊炬14的焊接输出的电流,并且工艺

电路56可以控制降压转换器106以在透支事件结束之后基于所需的电流波形控制焊接输出电流。

[0093] 图16示出了用于在透支事件期间控制电力转换电路58的方法310的实施例。工艺电路56可以在先进工艺送丝机20工作期间针对采样间隔重复方法310。在一些实施例中,工艺电路56可以在先进工艺送丝机20工作期间用一种或多种类型的焊接工艺(例如,短路(RMD)、脉冲、喷射等)利用方法310。每个采样间隔可以小于大约 $10\mu\text{s}$ 、 $20\mu\text{s}$ 、 $30\mu\text{s}$ 、 $40\mu\text{s}$ 、 $50\mu\text{s}$ 、 $75\mu\text{s}$ 或 $100\mu\text{s}$ 。工艺电路56确定(方框312)输入到先进工艺送丝机20中的输入电力。在一些实施例中,工艺电路56可以通过感测电路116和输入传感器118感测输入电力的电流和电压。另外,或在替代形式中,工艺电路56可以从接收的输入值(例如,模仿的输入电力),例如从电源12、控制界面68、存储器中存储的预定值或它们的任意组合确定输入电力。工艺电路56通过输出传感器122监测(方框314)焊接输出。工艺电路56确定(方框316)电力存储电路(例如,总线电容器110)中存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )。

[0094] 在节点318,工艺电路56确定来自电力转换电路58的焊接输出是否大于输入到电力转换电路58的输入电力。例如,利用等式(1),在节点318的这种确定可以至少部分地基于 $P_{\text{输出}}$ 是否大于 $K$ 。如果焊接输出在采样间隔期间不大于输入电力,那么工艺电路56在针对后续采样间隔重复方法310之前等待(方框320)直到采样间隔结束。如果焊接输出大于输入电力,工艺电路56就确定(节点322)是否焊接输出的参数大于第一阈值。第一阈值可以至少部分地基于电力转换电路58的部件。例如,第一阈值可以是峰值工作电流值、电流缓变率、峰值工作电压、电压缓变率或它们的任意组合。在一些实施例中,第一阈值可以至少部分地基于电力转换电路58的部件的设计极限。如果焊接输出大于第一阈值,电力转换电路58的一个或多个部件就可以自动进入(方框324)透支过程以保护相应的一个或多个部件免受透支事件的影响。例如,当焊接电流超过升压转换器104和/或降压转换器106的第一阈值(例如,峰值工作电流值)时,升压转换器104和/或降压转换器106可以关闭一段时间(例如,500ms或更久)。

[0095] 如果焊接输出小于第一阈值,工艺电路56就确定(节点326)是否焊接输出的参数大于第二阈值。也就是说,工艺电路56可以确定焊接输出是否以快于所需速率的速率减小 $E_{\text{电容器}}$ ,或者焊接输出是否可以使总线电压(例如, $V_{\text{总线}}$ )减小到低于所需的保护电压。相比于第二阈值的焊接输出的参数可以包括,但不限于,预定的电流值(例如,200安培、300安培、400安培、500安培、600安培、700安培、800安培)、预定的输出电力值、电流缓变率或电压缓变率或它们的任意组合。如果焊接输出的参数小于第二阈值,那么工艺电路56在重复方法310并且重新评估焊接输出和 $E_{\text{电容器}}$ 之前等待(方框320)直到采样间隔结束。第二阈值可以至少部分地基于内部总线108的电力存储电路(例如,总线电容器110)内存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )、所需的最小能量(例如, $E_{\text{最小}}$ )、保护电压或它们的任意组合。例如,第二阈值可以随着总线电容器110内存储的能量减少而减小,从而与来自可以用于焊接输出的总线电容器110的最小能量对应。如果焊接输出大于第二阈值,工艺电路56就可以控制(方框328)来自电力转换电路58的焊接输出电流为用于采样间隔或用于透支事件的持续时间的减小的电流值,以便维持电弧并且在内部总线108上维持所需的 $V_{\text{总线}}$ 。例如,当 $E_{\text{电容器}}$ 小于总线电容器110的峰值存储能量时,工艺电路56可以使焊接输出电流从大约700安培减小到大约400安培。当 $E_{\text{电容器}}$ 大约为峰值时,工艺电路56可以使焊接输出电流从大约700安培减小到400安培至600

安培之间。可以理解的是,透支事件的持续时间可以较短,例如,大约0.5s、0.4s、0.3s、0.2s、0.1s、0.01s或更短。用于采样间隔或用于透支事件的持续时间的减小的电流值可以至少部分地基于各种因素,包括但不限于,焊接系统10的类型、电力转换电路58的部件的设计极限、焊接工艺的类型、工件材料等。例如,用于焊接应用的减小的电流值可以直接与焊丝的直径相关。工艺电路56控制(方框328)电力转换电路58以使焊接输出电流减小到合适的水平以允许在不耗费 $E_{\text{电容器}}$ 到小于 $E_{\text{最小}}$ 的情况下维持电弧。在使焊接输出电流减小到合适预定的电流(例如,400安培、500安培、600安培)时,工艺电路56在针对后续采样间隔重复方法310之前等待(方框320)采样间隔结束。

[0096] 作为一个实例,先进工艺送丝机20可以供应焊丝和焊接输出到焊炬14用于短路MIG焊接工艺。在焊接工艺的短路阶段期间,焊接电源的焊接电压部件可以小于大约10V,而后者小于所需的电压设定(例如,28V)。对于短路阶段的一部分,焊接输出可以小于或约等于输入电力。电力转换电路58可以使焊接输出的焊接电流分量增大到较大的值(例如,600安培、700安培、800安培或更大)以清除短路。在一些实施例中,在清除短路之前和/或紧接其后,焊接电源成分迅速增大。当焊接电源部分在焊接电流在采样间隔期间处于较大值的同时升高时,在采样间隔期间从内部总线108消耗的直流总线电力可以大于升压转换器104供应到内部总线108的输入电力。例如,电力转换电路58在收到12kW输入电力的同时可以在透支事件期间供应14kW焊接输出。因此,在透支事件期间可以至少部分地从电力存储电路(例如,总线电容器110)存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )消耗差值(例如,2kW)。如上所述,工艺电路56可以在透支事件的一个或多个采样间隔期间控制焊接输出电流以在维持 $V_{\text{总线}}$ 为所需的值(例如,0V、5V、10V、20V、30V、40V)和/或维持 $E_{\text{电容器}}$ 大于 $E_{\text{最小}}$ 的同时维持电弧。此外,使电源与先进工艺送丝机20连接上的电力电缆24的电感可以减缓能量增加到电力存储电路(例如,总线电容器110)。因此,维持 $V_{\text{总线}}$ 在保护电压以上和/或维持 $E_{\text{电容器}}$ 大于 $E_{\text{最小}}$ 可以减小电力存储电路(例如,总线电容器110)的再充电事件。

[0097] 工艺电路56可以控制焊接输出电流以维持电力存储电路(例如,总线电容器110)上的 $V_{\text{总线}}$ ,以保护升压转换器104,维持电弧,或它们的任意组合。工艺电路56还可以控制焊接输出电流以控制供应到焊炬14的电流的减小电流的效果。图17示出了用于基于电力存储电路(例如,总线电容器110)存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )控制焊接输出电流的方法350的实施例。也就是说,图17的方法350可以用于代替图16中的方法310的节点326和方框328。在一些实施例中,可以针对每个采样间隔使用方法350。

[0098] 在方法350中,工艺电路56可以至少部分地基于能量存储电路(例如,总线电容器110)中存储的能量(例如, $E_{\text{电容器}}$ )以及相对于电力存储电路(例如,总线电容器110)的能量的净流量确定(方框352)可持续性持续时间(例如, $T_{\text{可持续}}$ )。例如,工艺电路56可以利用等式(3)确定 $T_{\text{可持续}}$ :

$$[0099] \quad T_{\text{可持续}} = (E_{\text{最小}} - E_{\text{电容器}}) / (k(t) - P(t)) \quad (3)$$

[0100] 其中 $E_{\text{最小}}$ 是存储在总线电容器110上所需的最小能量, $E_{\text{电容器}}$ 是在方法350开始时存储在总线电容器110上的能量, $k(t)$ 是在采样间隔内总线电容器110的能量输入率,并且 $P(t)$ 是在采样间隔内作为焊接输出的总线电容器110的能量输出速率。工艺电路56可以利用等式(3)确定 $T_{\text{可持续}}$ 以估计来自总线电容器110的当前的能量净流速可以在透支事件期间维持直到 $E_{\text{电容器}}$ 大约为 $E_{\text{最小}}$ 的持续时间。可以理解的是, $E_{\text{最小}}$ 至少部分地基于总线电容器110的额

定容量以及总线电压 $V_{\text{总线}}$ 的最小所需值(例如,0V、5V、10V、20V、30V、40V),如等式(2)所述。在一些实施例中,总线电容器110的能量输入速率(例如, $k(t)$ )可以是每个采样间隔内基本上恒定的值,并且总线电容器110的能量输出速率(例如, $P(t)$ )可以是在短路期间相对于时间的函数。在一些实施例中,工艺电路56可以利用在后续采样间隔期间的未来焊接输出的预测值作为能量输出率, $P(t)$ 。因此,在一些实施例中,工艺电路56在后续采样间隔期间基于来自总线电容器110的当前的能量净流速以及总线电容器110的预测的未来的能量净流速估计 $T_{\text{可持续}}$ 。

[0101] 在确定(方框352)可持续性持续时间( $T_{\text{可持续}}$ )时,工艺电路56可以确定(方框354)透支事件的要求持续时间(例如, $T_{\text{要求}}$ )。工艺电路56可以至少部分地基于所需的焊接输出波形、可使用的模式、历史数据或它们的任意组合确定 $T_{\text{要求}}$ 。例如,在脉冲MIG工艺和/或短路MIG工艺期间,工艺电路56可以控制电力转换电路58以供应预定的焊接输出波形到焊炬14。工艺电路56然后可以从预定的焊接输出波形确定 $T_{\text{要求}}$ 。另外,或在替代形式中,工艺电路56可以基于一个或多个此前观察的透支事件(例如,短路清除事件)的持续时间来确定当前的透支事件的 $T_{\text{要求}}$ 。例如,工艺电路56可以基于可存储在工艺电路56可访问的存储器中的一个或多个此前观察的透支事件来确定当前的透支事件的 $T_{\text{要求}}$ 。在一些实施例中, $T_{\text{要求}}$ 可以被确定为存储器中存储的一个或多个此前观察的透支事件的 $T_{\text{要求}}$ 的最大值、平均值或中间值。

[0102] 工艺电路56可以将 $T_{\text{可持续}}$ 与 $T_{\text{要求}}$ 进行比较(方框356)以估计当前的透支事件是否会使 $E_{\text{电容器}}$ 小于 $E_{\text{最小}}$ 和/或 $V_{\text{总线}}$ 小于所需的保护电压,除非另外控制焊接输出电流分量。当 $T_{\text{可持续}}$ 大于 $T_{\text{要求}}$ 时,工艺电路56控制(方框358)焊接输出电流为减小的电流水平使得存储在电力存储电路(例如,总线电容器110)上的能量( $E_{\text{电容器}}$ )不会减小到低于电力存储电路(例如,总线电容器110)的所需的最小能量( $E_{\text{最小}}$ ),和/或使得 $V_{\text{总线}}$ 保持大于保护电压。在一些实施例中,工艺电路56可以控制焊接输出电流为预定的总线保留电流值(例如,150安培、200安培、300安培、350安培、400安培),从而减小电力存储电路(例如,总线电容器110)的能量净流出并且维持 $E_{\text{电容器}}$ 大于 $E_{\text{最小}}$ 。在一些实施例中,工艺电路56可以计算大于预定的总线保留电流值并且小于要求的透支电流值的可持续性电流值。例如,可以计算可持续性电流值以允许电力转换电路58从总线电容器110消耗能量使得在透支事件结束时 $E_{\text{电容器}}$ 约等于 $E_{\text{最小}}$ 。可以理解的是,供应到焊炬14的焊接输出电流的受控减小可以相对于预定的总线保留电流值小可持续性电流值,从而减小焊接输出电流的受控减小对焊接的影响。当 $T_{\text{可持续}}$ 小于 $T_{\text{要求}}$ 时,工艺电路56确定透支事件不会使总线电容器110上的 $E_{\text{电容器}}$ 减小到小于 $E_{\text{最小}}$ 。因此,工艺电路56可以在采样间隔期间不减小焊接输出电流。

[0103] 在一些实施例中,在焊接系统10的各种部件或与焊接系统10耦接的部件中可以利用如上所述的工艺电路56和电力转换电路58。例如,也可以利用如上所述的先进工艺送丝机的工艺电路以维持电力存储电路(例如,总线电容器)的所需的最小能量水平和/或维持在等离子切割机、感应加热器、发电机和其他部件中利用的电力存储电路(例如,总线电容器)的所需的保护电压。工艺电路可以外接至一个或多个部件或与其一体化以监测并控制相对于对应的一个或多个部件的净功率流。可以理解的是,工艺电路可以在透支事件期间控制相应的一个或多个部件的电力转换电路,从而保护电子元件和/或允许相应的一个或多个部件一致地工作。

[0104] 尽管本文中已经图示并描述了本发明的仅仅某些特征,但是本领域的技术人员将

想到许多修改和变化。因此,应当理解的是,所附权利要求旨在涵盖落入本发明的真正精神范围内的所有这种修改和变化。

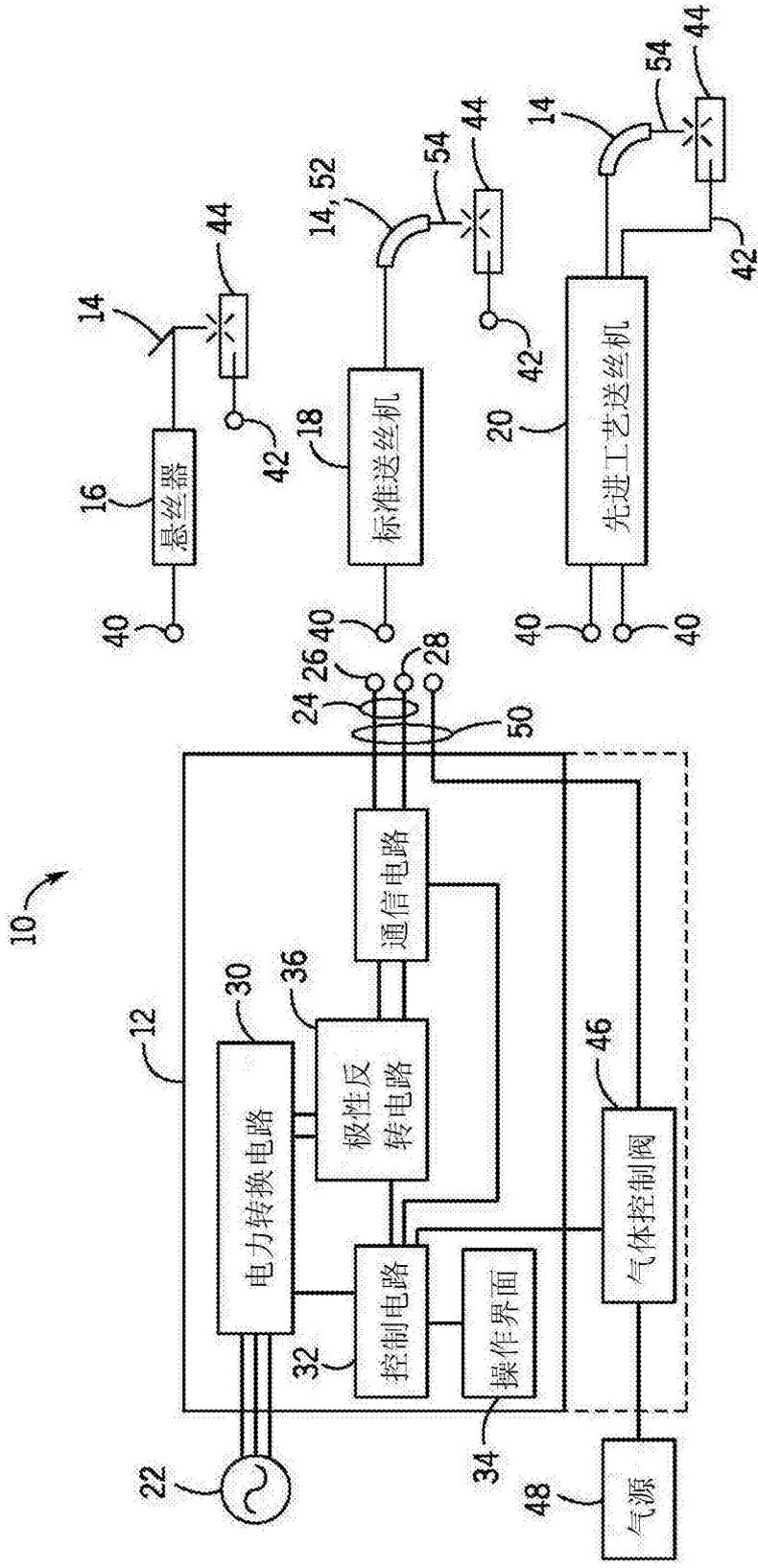


图1



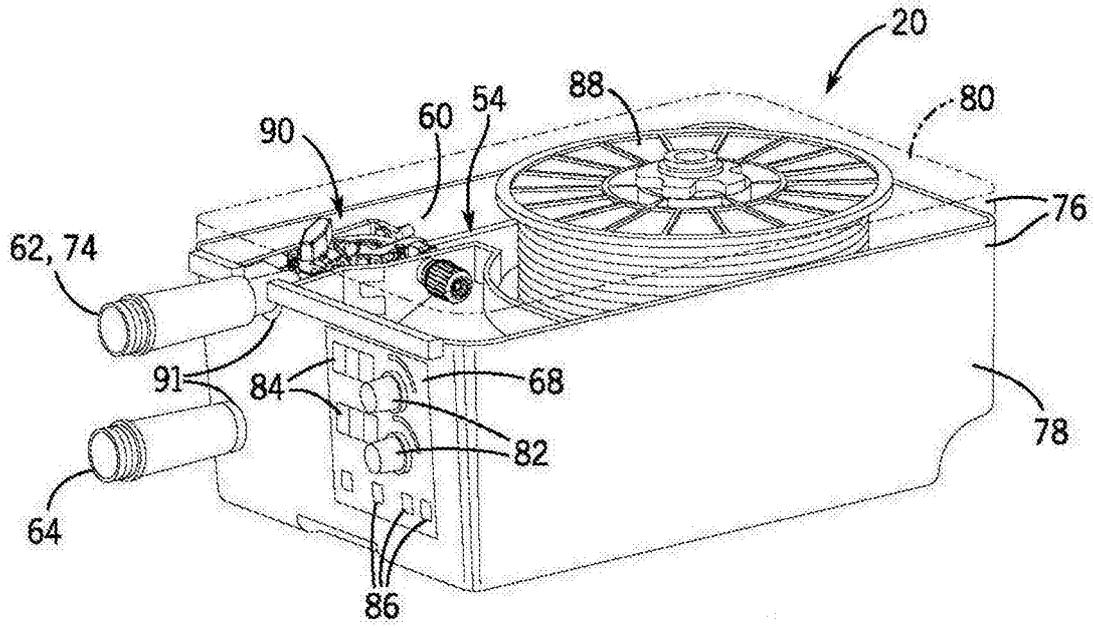


图3

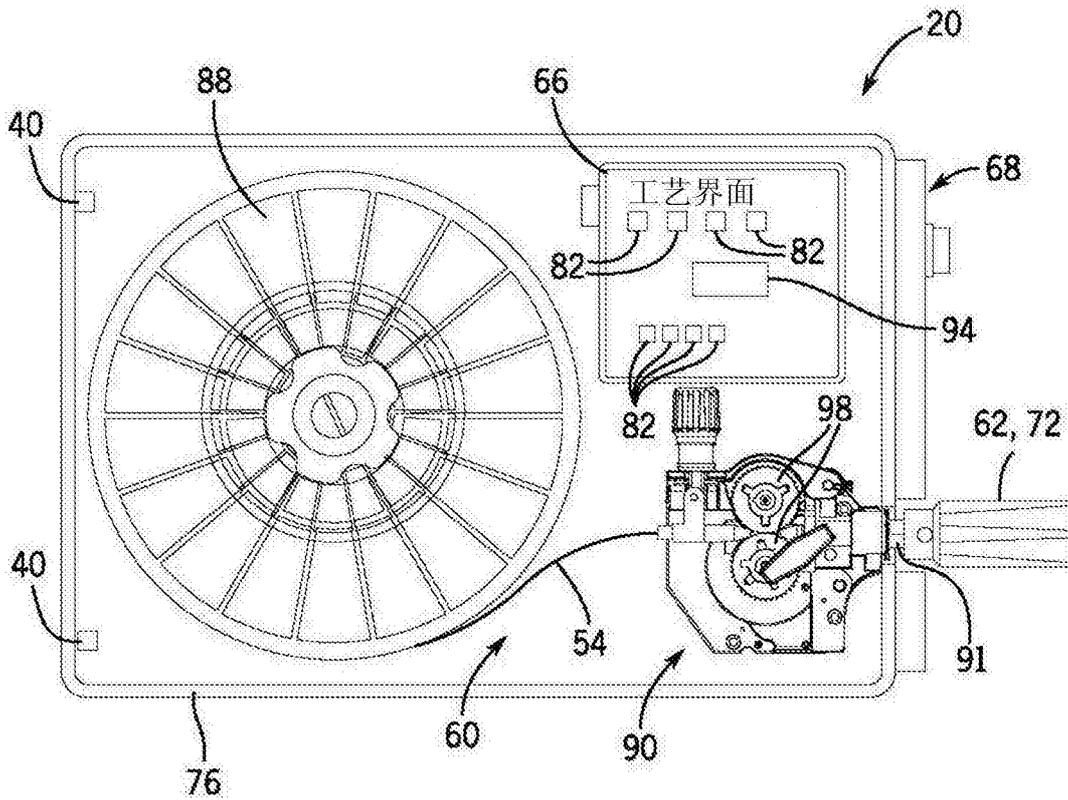


图4

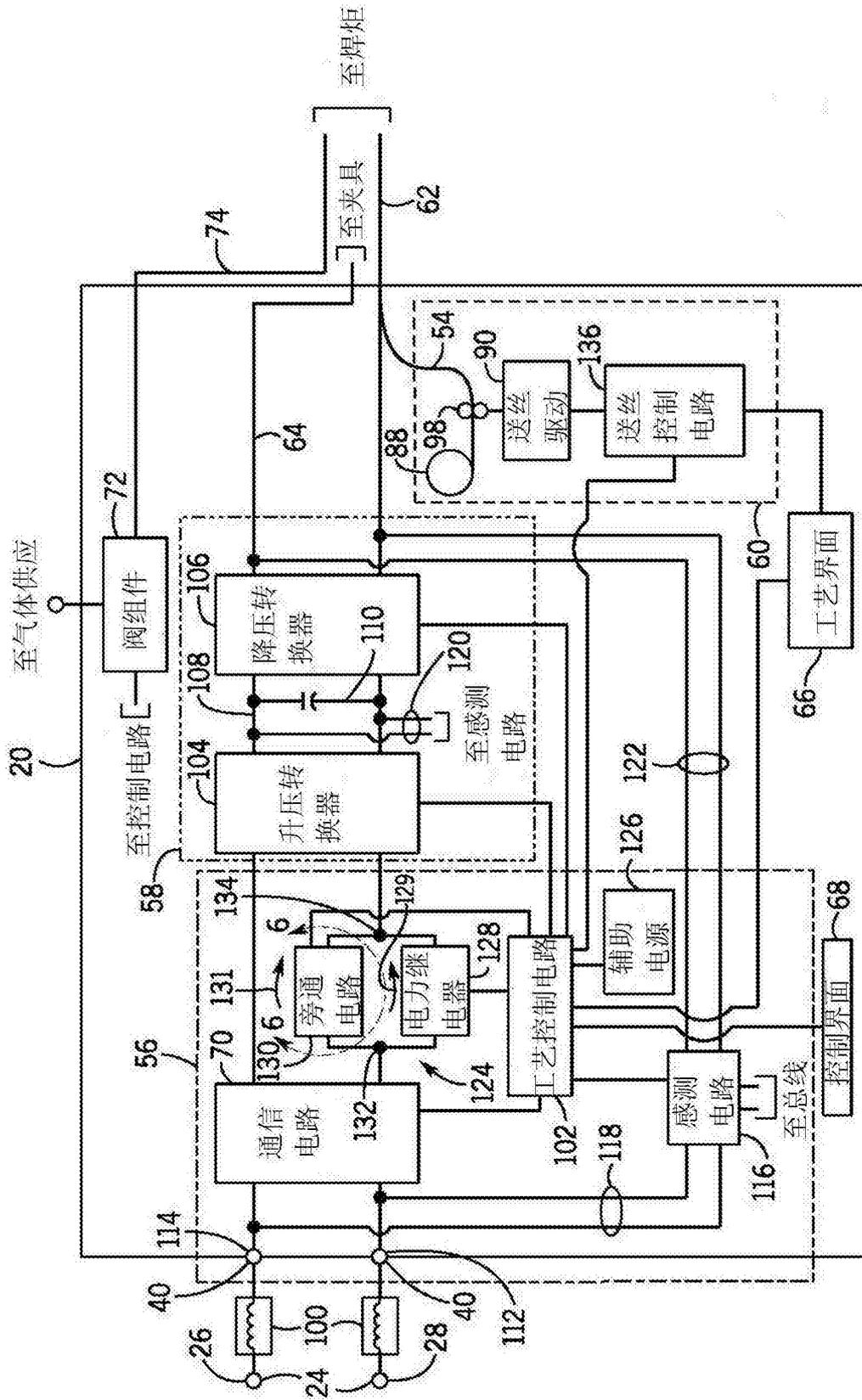


图5

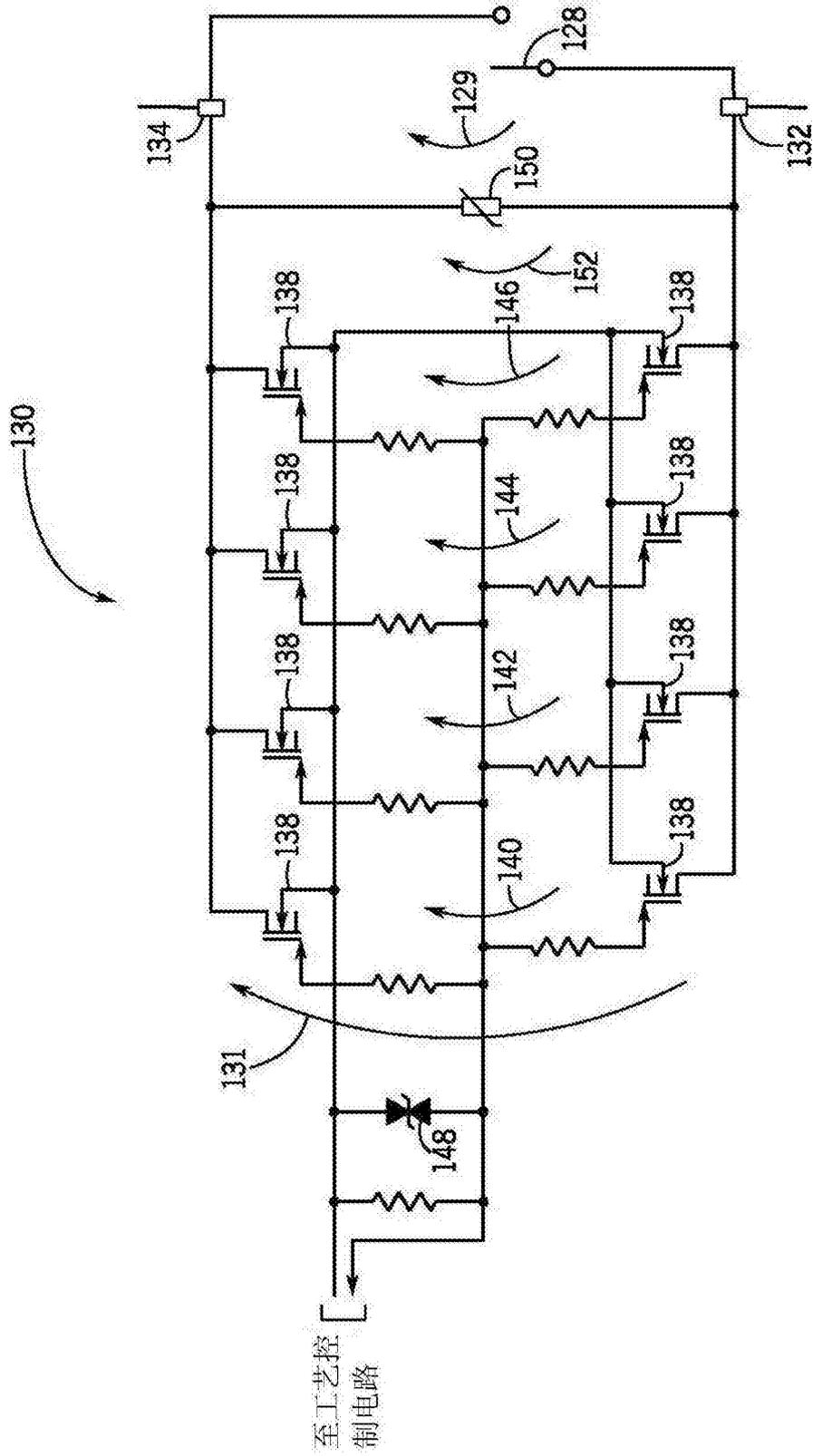


图6

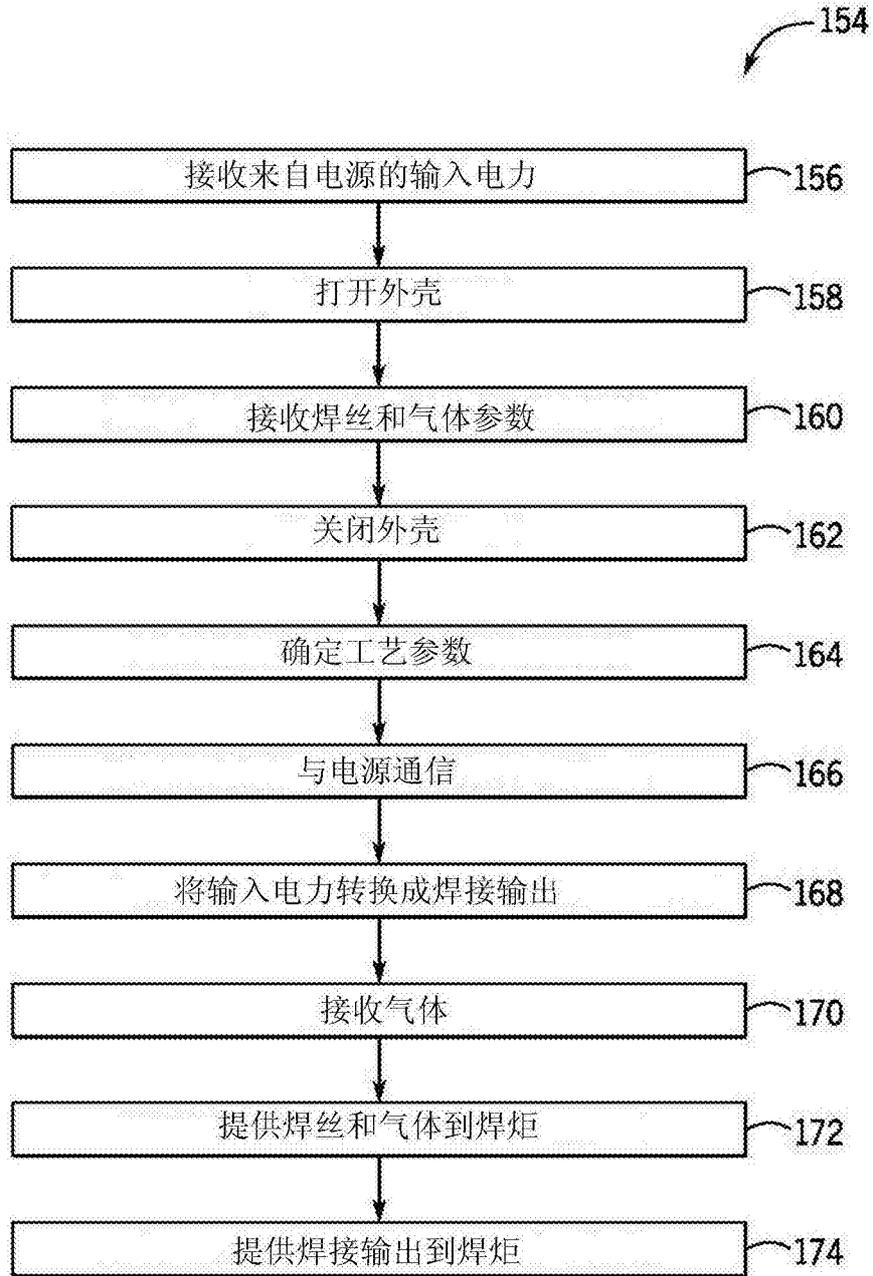


图7

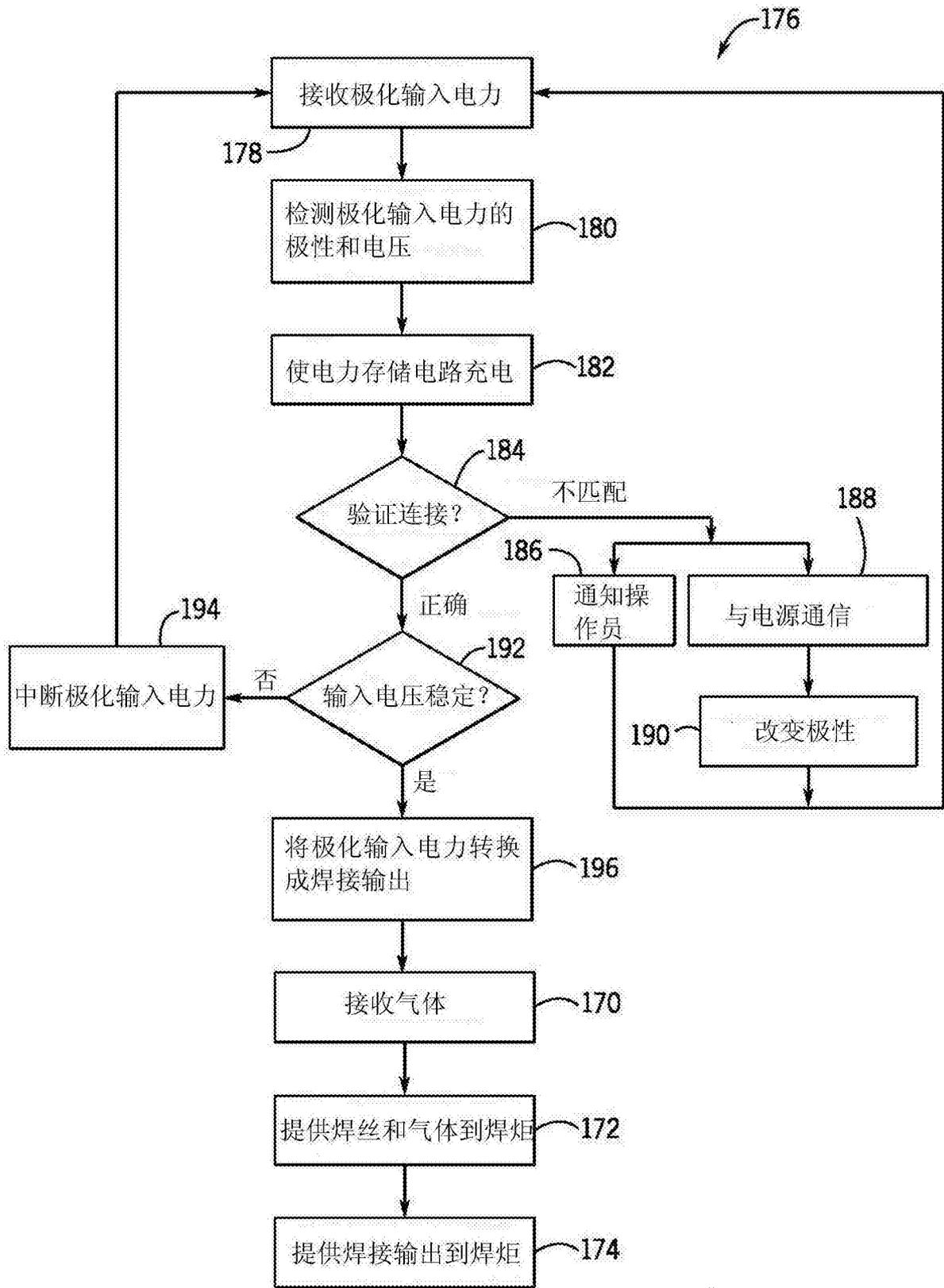


图8

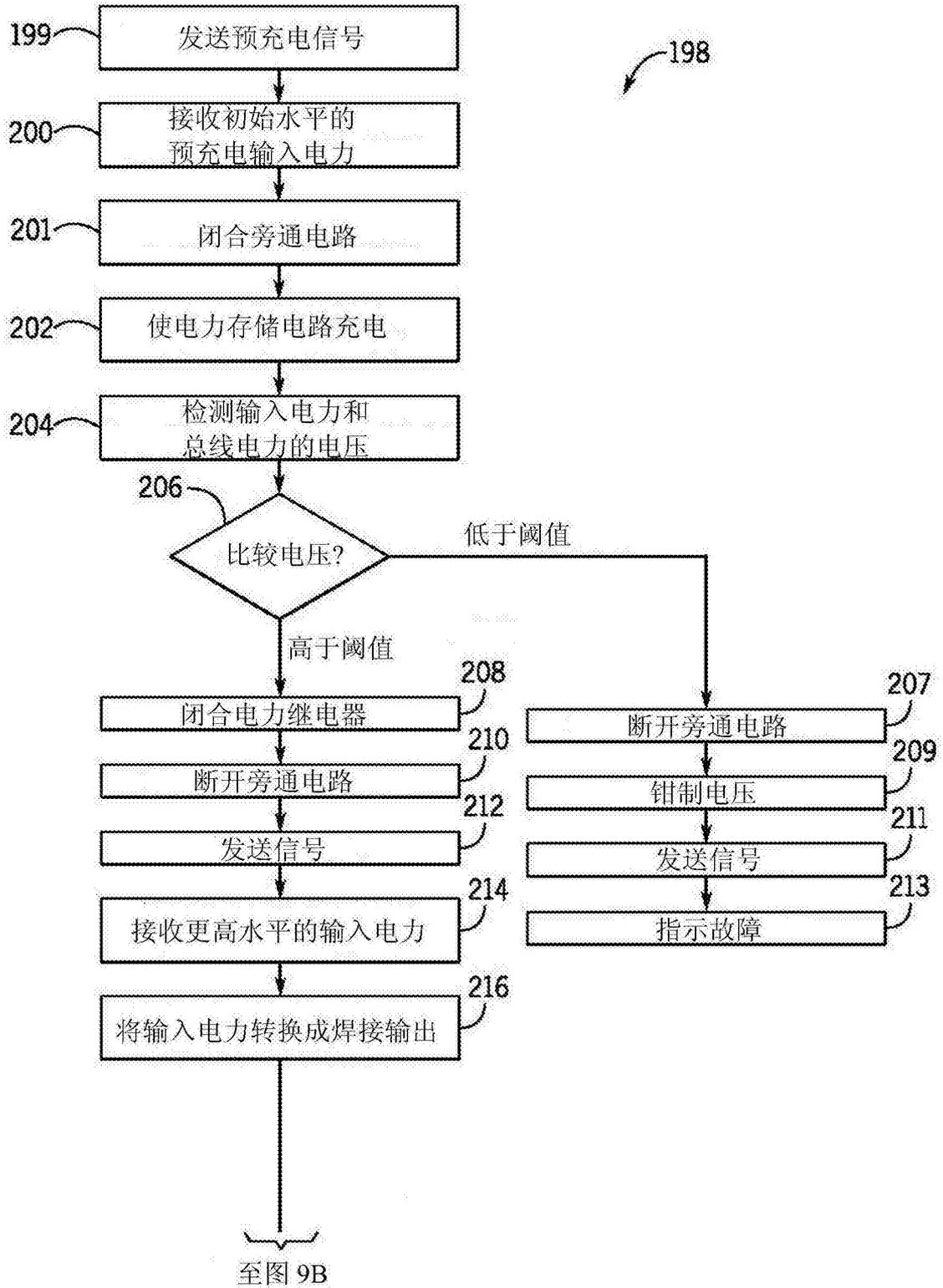


图9A

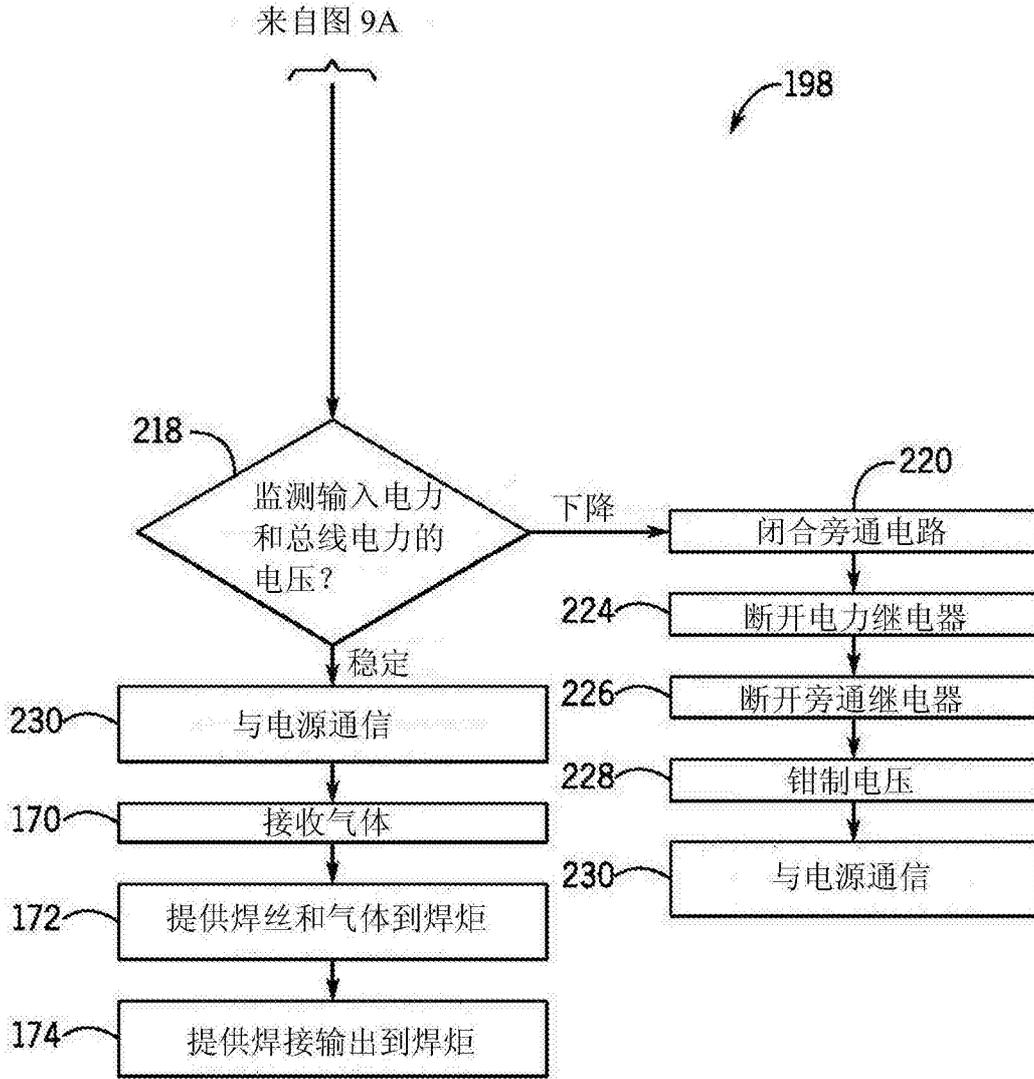


图9B

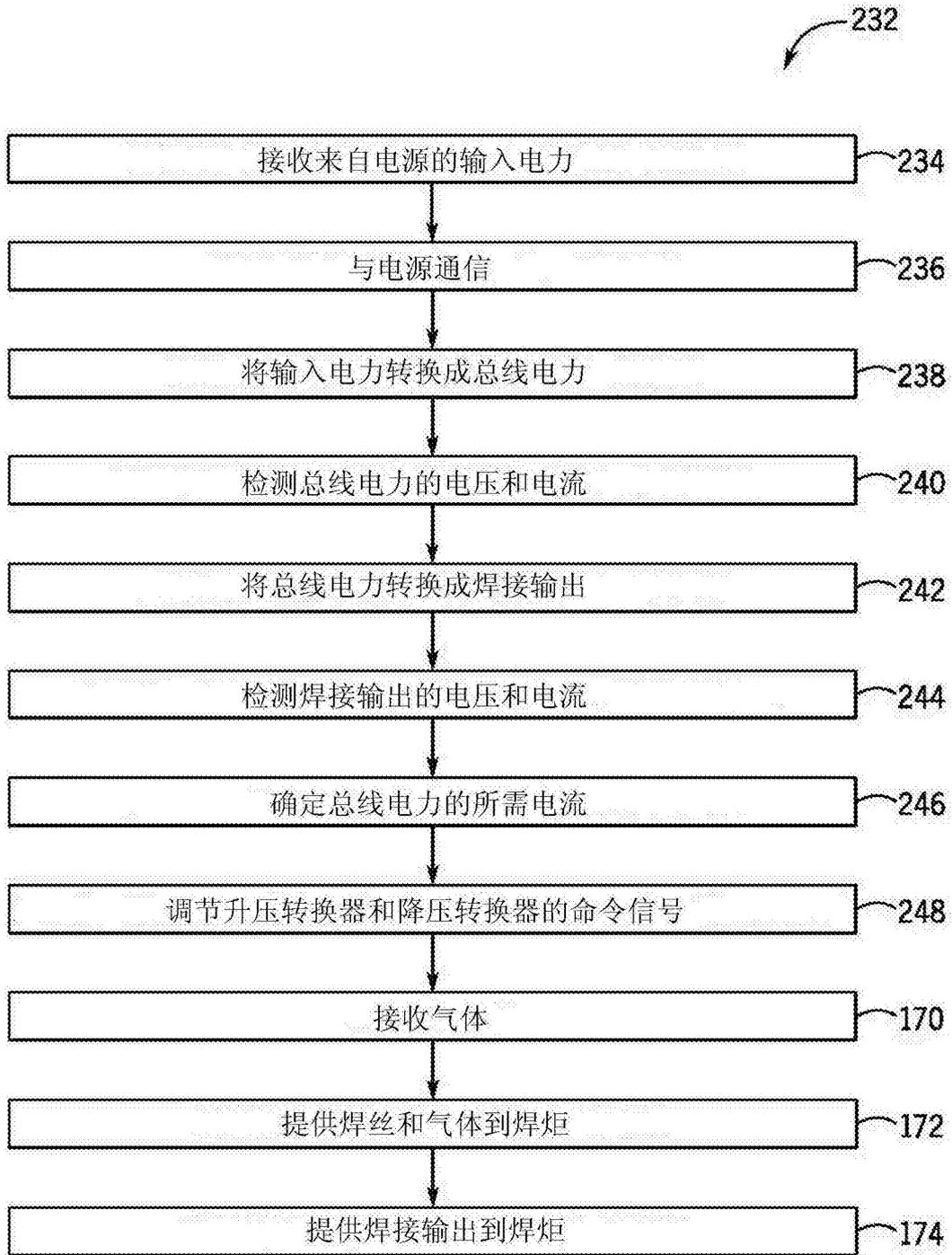


图10

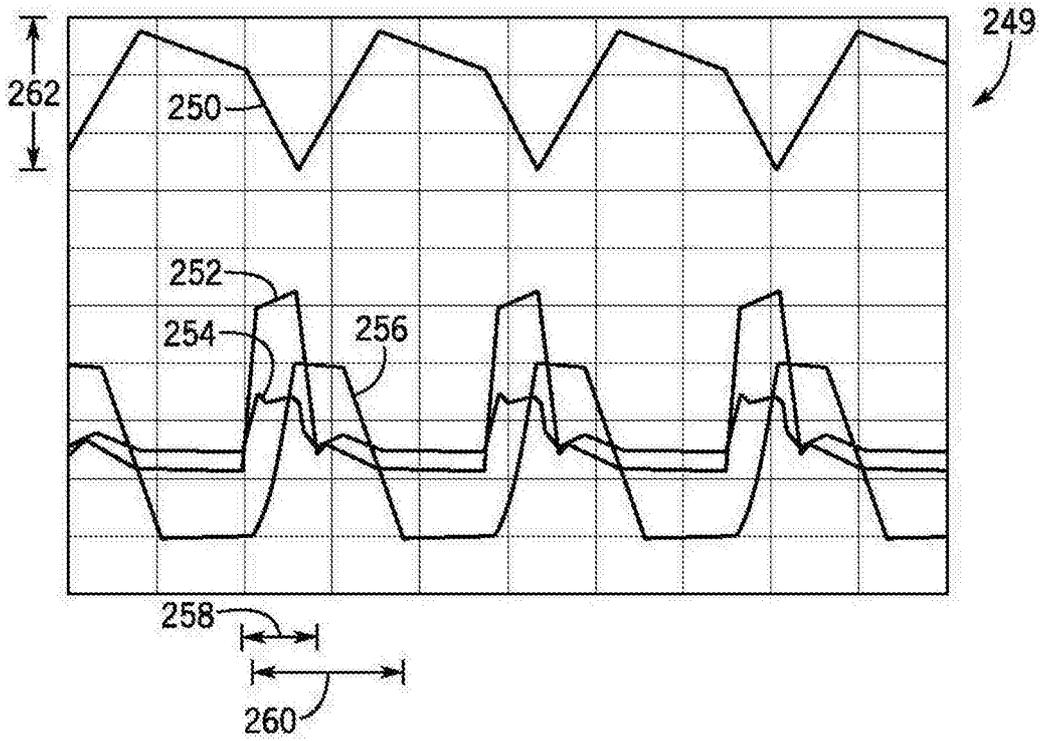


图11

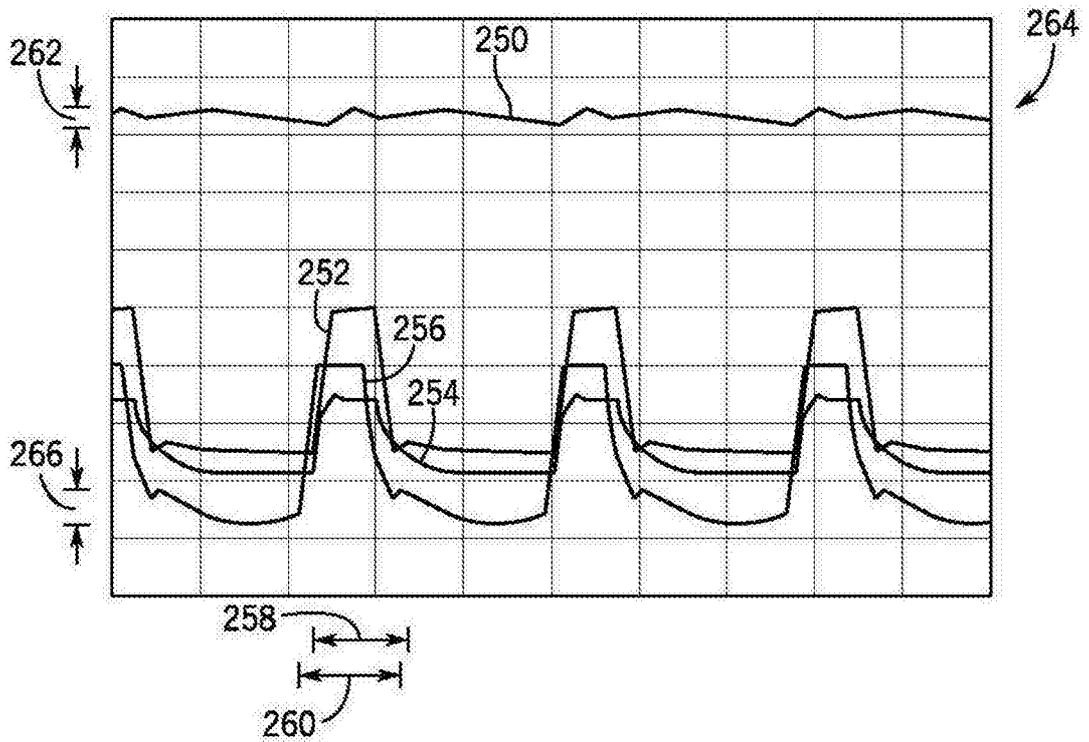


图12

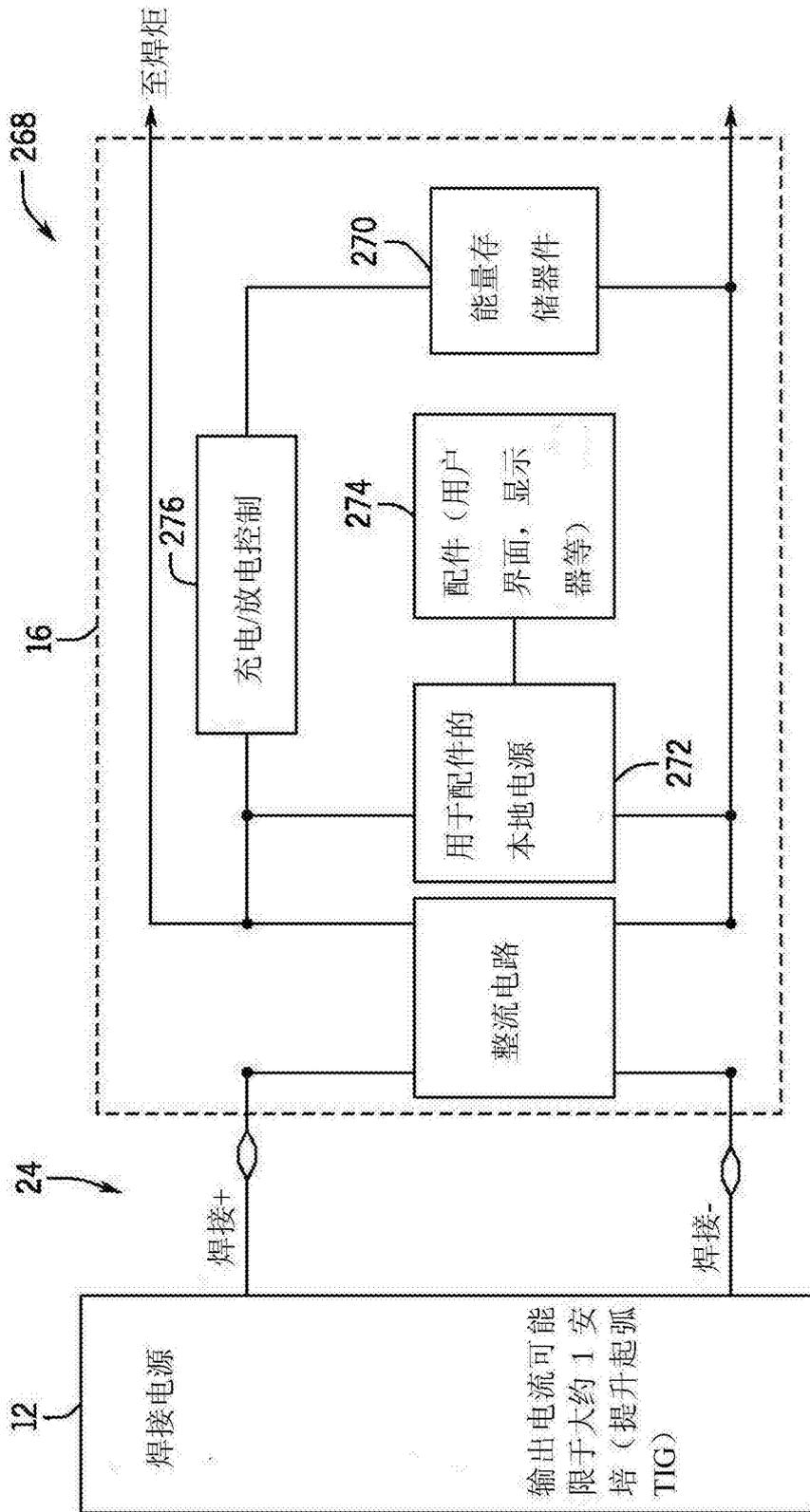


图13

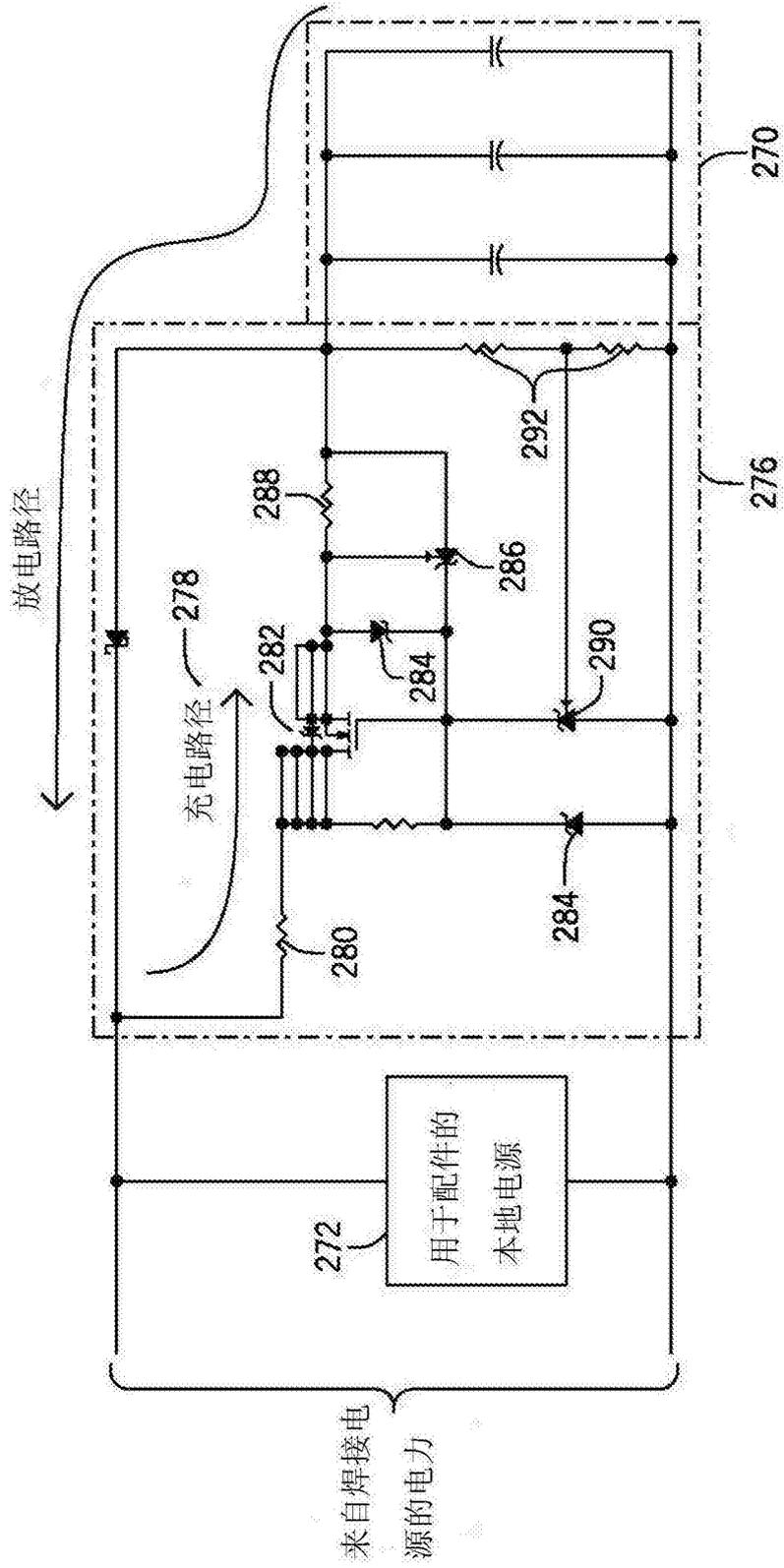


图14

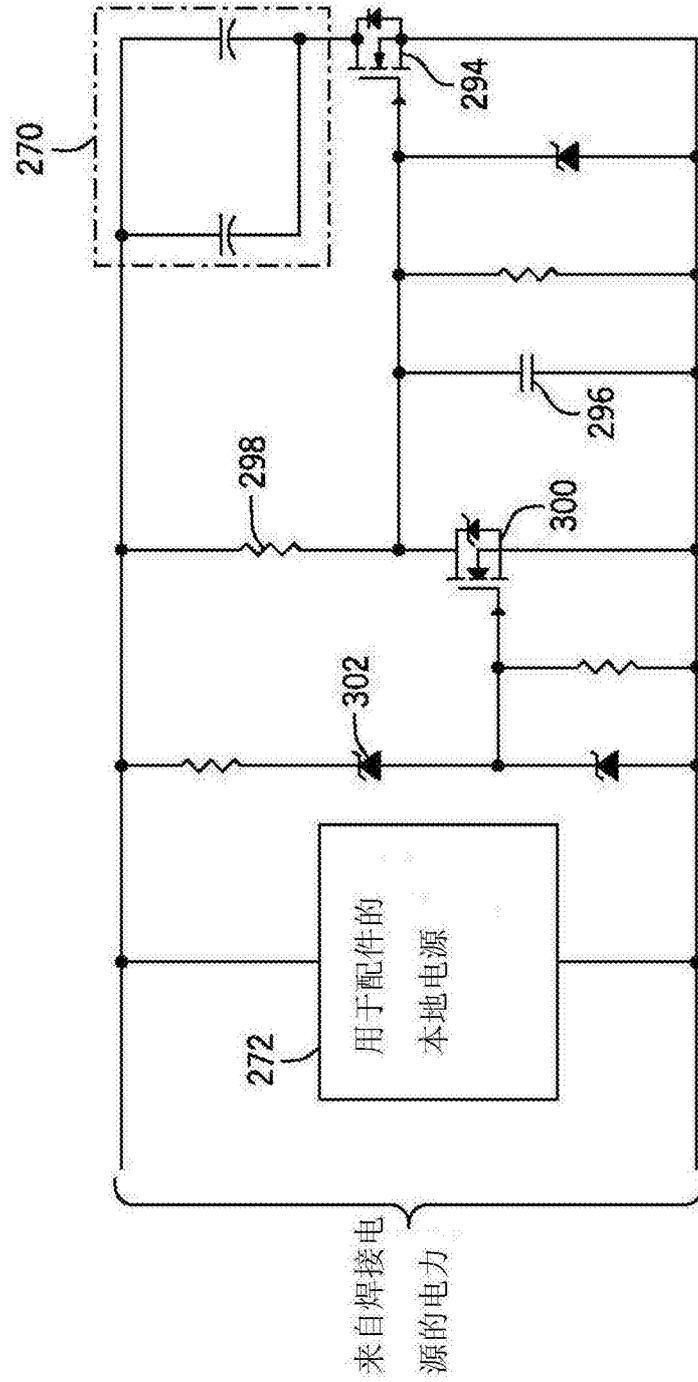


图15

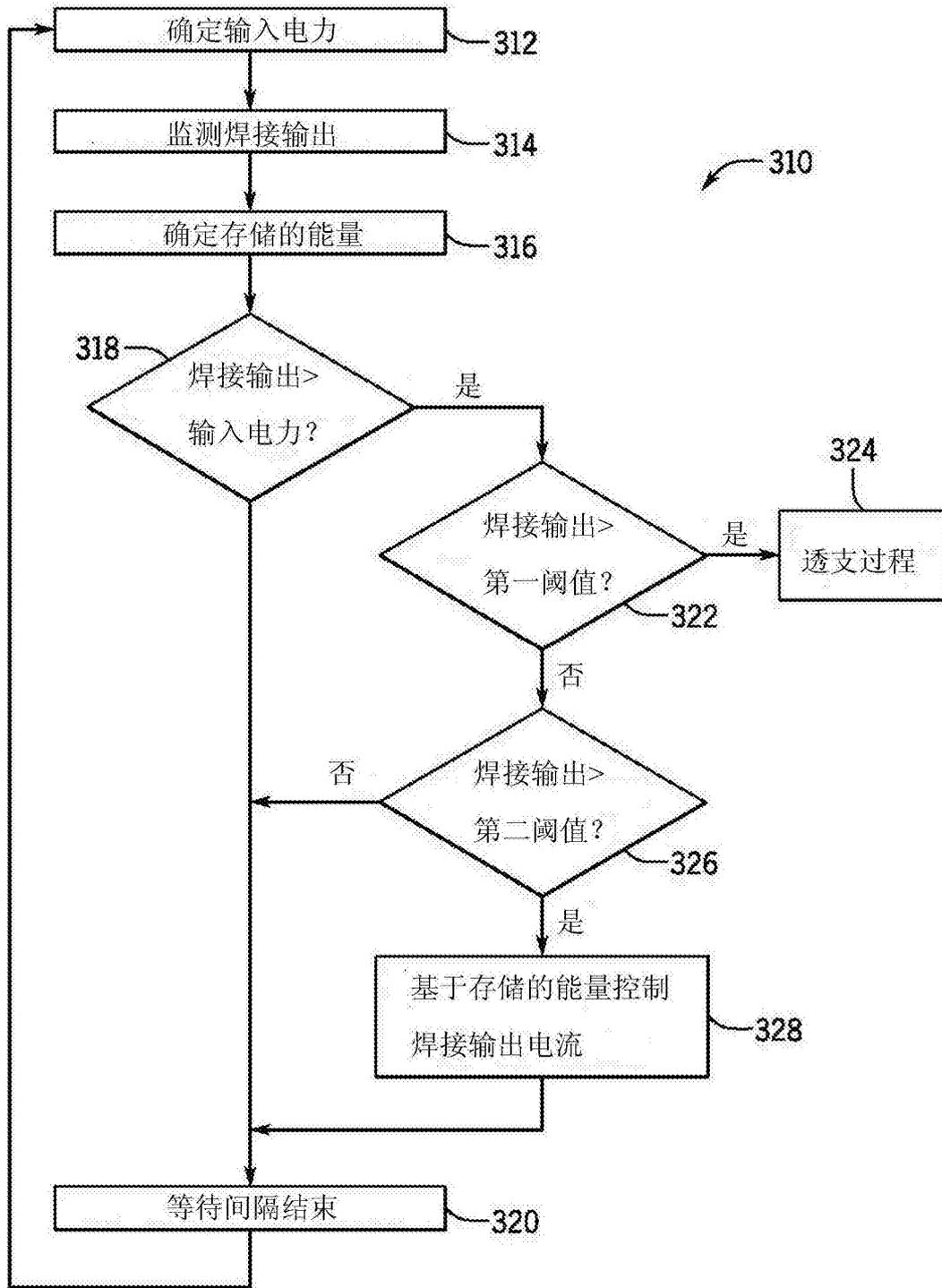


图16

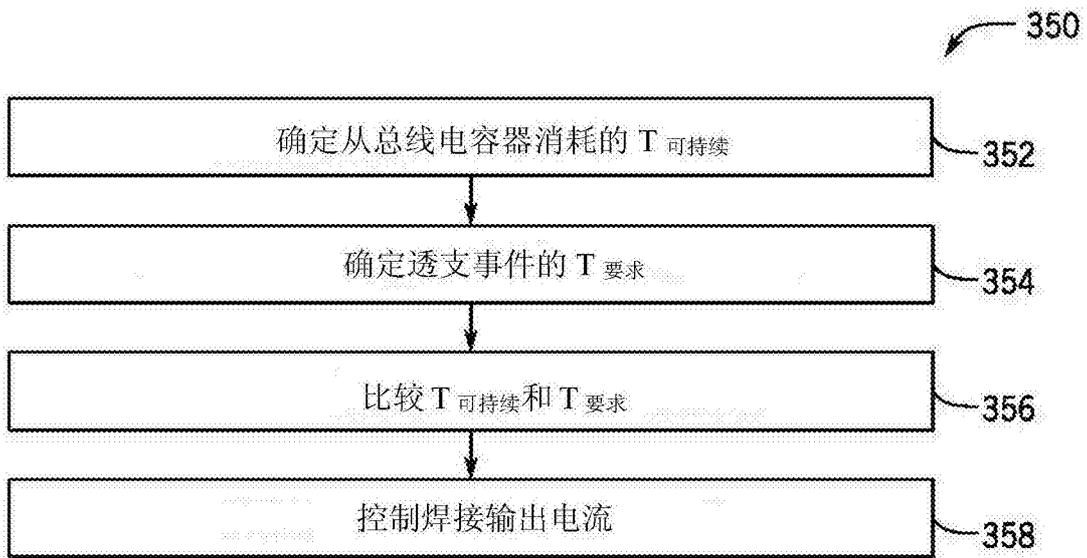


图17