



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105307808 B

(45)授权公告日 2018.11.23

(21)申请号 201480033400.0

(22)申请日 2014.06.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105307808 A

(43)申请公布日 2016.02.03

(30)优先权数据

61/834,738 2013.06.13 US

14/291,972 2014.05.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.12.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/041201 2014.06.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/200825 EN 2014.12.18

(73)专利权人 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 理查德·马丁·哈奇森

迦勒·黑文

布莱恩·达斯汀·马施克

彼得·唐纳德·梅恩

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖

(51)Int.Cl.

B23K 9/09(2006.01)

B23K 9/10(2006.01)

B23K 9/173(2006.01)

(56)对比文件

JP S5719166 A,1982.02.01,

JP 2006205189 A,2006.08.10,

JP S5719166 A,1982.02.01,

CN 1640603 A,2005.07.20,

CN 101804495 A,2010.08.18,

CN 1712168 A,2005.12.28,

CN 101376191 A,2009.03.04,

审查员 马天舒

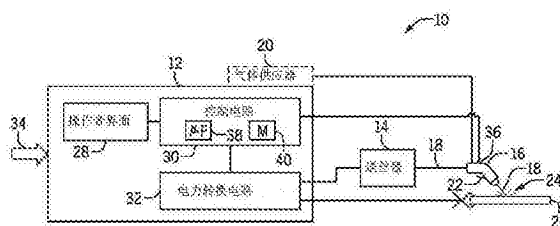
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

用于通过根据状态检测电压的焊接电流控制进行异常阴极事件控制的系统和方法

(57)摘要

一种操作焊接系统(10)的方法包括通过多个脉冲周期将焊接电流和焊接电压供应到电极(18),其中多个脉冲周期的每个脉冲周期包括本底相位和峰相位。所述方法还包括在多个脉冲周期的第一脉冲周期的本底相位期间至少部分地基于焊接电压的电压值何时大于检测电压来检测异常阴极事件的发生。所述方法还包括在异常阴极事件的一部分期间将焊接电流控制到所期望的电流。所述部分包括第一脉冲周期的本底相位的间隔,并且在异常阴极事件的所述部分期间独立于焊接电压来控制焊接电流。



1. 一种焊接系统,包括:

电源,所述电源被配置成在多个脉冲周期中将焊接电力供应到焊炬,其中所述多个脉冲周期的每个脉冲周期包括峰阶段和本底阶段,并且所述焊接电力包括焊接电流和焊接电压;以及

联接到所述电源的控制电路,其中所述控制电路被配置成当在本底阶段中所述焊接电压的电压值大于检测电压时,独立于所述焊接电压将所述焊接电流控制到本底电流。

2. 如权利要求1所述的焊接系统,其包括联接到所述控制电路的传感器,其中所述电压值至少部分地基于来自所述传感器的反馈。

3. 如权利要求1所述的焊接系统,其中所述电源被配置成在所述本底阶段期间在多个控制模式下操作,并且所述多个控制模式包括:

恒定电压模式,所述恒定电压模式被配置成将所述焊接电压控制到本底电压并且至少部分地基于所述焊接电压控制所述焊接电流;以及

电流控制模式,所述电流控制模式被配置成独立于所述焊接电压来控制所述焊接电流,其中所述控制电路被配置成当在所述本底阶段中所述电压值大于所述检测电压时将所述电源的操作改变为所述电流控制模式,并且所述控制电路被配置成在所述峰阶段中将所述电源的操作改变为所述恒定电压模式。

4. 如权利要求3所述的焊接系统,其中所述控制电路被配置成当将所述电源的操作改变为所述电流控制模式时从所述电源的存储器清除存储的数据,其中所述存储的数据对应于在所述恒定电压模式下的操作期间所述焊接电压的控制。

5. 如权利要求3所述的焊接系统,其中所述控制电路被配置成当在所述本底阶段中所述电压值小于终端电压时将所述电源的操作改变为所述恒定电压模式。

6. 如权利要求1所述的焊接系统,其中每个脉冲周期的所述本底阶段的本底持续时间对于所述多个脉冲周期的每个脉冲周期而言近似均匀,并且每个脉冲周期的所述峰阶段的峰值持续时间对于所述多个脉冲周期的每个脉冲周期而言近似均匀。

7. 如权利要求1所述的焊接系统,其中所述控制电路被配置成当在所述本底阶段中所述焊接电压的电压值从本底电压增加到比所述检测电压更大时,控制所述焊接电流到所述本底电流。

8. 一种操作焊接系统的方法,包括:

通过多个脉冲周期将焊接电流和焊接电压供应到电极,其中所述多个脉冲周期的每个脉冲周期包括本底阶段和峰阶段;

在所述多个脉冲周期的第一脉冲周期的所述本底阶段期间,至少部分地基于所述焊接电压的电压值何时大于检测电压来检测异常阴极事件的发生;以及

在所述异常阴极事件的一部分期间将所述焊接电流控制到包括本底电流的所期望的电流,其中所述一部分包括所述第一脉冲周期的所述本底阶段的区间,并且在所述异常阴极事件的所述一部分期间独立于所述焊接电压来控制所述焊接电流。

9. 如权利要求8所述的方法,其中检测所述异常阴极事件的发生包括将所述焊接电压的所述电压值与存储在所述焊接系统的存储器中的所述检测电压相比较。

10. 如权利要求8所述的方法,其包括:

感测所述焊接电流的电流值和所述焊接电压的所述电压值;以及

至少部分地基于所感测的电流值、所感测的电压值、或者其任意组合来确定所述检测电压。

11. 如权利要求8所述的方法,其包括:

在所述多个脉冲周期的每个脉冲周期期间,至少部分地基于恒定电压调节方法来控制所述焊接电流;

在所述第一脉冲周期的所述本底阶段中检测到所述异常阴极事件时,暂停所述恒定电压调节方法;以及

当在所述第一脉冲周期的所述本底阶段期间所述焊接电压的所述电压值小于终端电压时、当所述第一脉冲周期的所述本底阶段之后的峰阶段开始时、或者其任意组合时,恢复所述恒定电压调节方法。

12. 如权利要求11所述的方法,其包括当在所述第一脉冲周期的所述本底阶段中检测到所述异常阴极事件时清除存储在存储器中的数据,其中所清除的数据对应于在所述异常阴极事件之前基于所述恒定电压调节方法控制所述焊接电流期间由所述焊接系统获得的反馈。

13. 如权利要求8所述的方法,其中所述检测电压包括至少部分地基于所述电极的电极伸出长度、电弧长度、或其任意组合的模拟电压。

14. 如权利要求8所述的方法,其包括至少部分地基于来自联接到电源的控制电路、所述电源的电力转换电路和联接到所述电源的一个或多个传感器中的至少一个的状态观测器的反馈来实时确定所述检测电压。

15. 如权利要求8所述的方法,其中在所述异常阴极事件之前的在所述第一脉冲周期的所述本底阶段期间供应的所述焊接电流的电流值包括所述本底电流。

16. 如权利要求8所述的方法,其中所述焊接电流在至少部分地基于所述电极的材料的缓变率下被控制到所述所期望的电流。

17. 如权利要求8所述的方法,其中在所述多个脉冲周期的所述第一脉冲周期的所述本底阶段期间,至少部分地基于所述焊接电压的电压值何时从本底电压增加到比所述检测电压更大而来检测所述异常阴极事件的发生。

18. 一种操作焊接系统的方法,包括:

在第一脉冲周期的第一峰阶段中将峰值电流值下的焊接电流和峰值电压值下的焊接电压供应到电极,其中在所述第一峰阶段期间所述焊接电流至少部分地基于所述焊接电压来间接地控制;

在所述第一脉冲周期的本底阶段的第一部分将本底电流值下的所述焊接电流和本底电压值下的所述焊接电压供应到所述电极;以及在所述第一脉冲周期的所述本底阶段的第二部分期间独立于所述焊接电压将所述焊接电流控制到所述本底电流值,其中所述本底阶段的所述第二部分包括异常阴极事件。

19. 如权利要求18所述的方法,其中所述焊接电压在所述异常阴极事件期间从所述本底电压值增加到检测电压。

20. 如权利要求19所述的方法,其中所述检测电压至少部分地基于所述电极的特性、保护气体、模拟电压或所述本底电压值或者其任意组合。

21. 如权利要求18所述的方法,其包括在所述第一脉冲周期的所述本底阶段的第三部

分期间至少部分地基于所述焊接电压来控制所述焊接电流,其中所述第三部分在所述异常阴极事件之后,并且在所述本底阶段的所述第三部分期间所述焊接电压小于终端电压。

22. 如权利要求18所述的方法,其包括在所述第一脉冲周期的所述所述本底阶段之后的第二脉冲周期的第二峰阶段中将所述焊接电压控制到所述峰值电压值,其中在所述第二峰阶段期间所述焊接电流至少部分地基于所述焊接电压被间接地控制到所述峰值电流值。

用于通过根据状态检测电压的焊接电流控制进行异常阴极事件控制的系统和方法

[0001] 相关申请的参见引用

[0002] 此申请要求2013年6月13日提交的标题为“异常阴极事件控制 (ANOMALOUS CATHODE EVENT CONTROL)”的美国临时申请序号61/834,738的优先权和权益,该临时申请的全文为了所有目的以引用的方式并入本文。

背景技术

[0003] 本发明总体上涉及焊接系统,并且具体来说涉及用于气体保护金属极弧焊 (GMAW) 的焊接系统的控制。

[0004] 弧焊系统通常包括电源,所述电源将电流施加到电极以使得电弧通过电极与工件之间,从而加热电极和工件以形成焊缝。在许多系统中,电极由前进通过焊炬的焊丝构成。在焊接过程期间,熔融焊丝的部分通过电弧熔敷在工件上。不幸地,电弧的不稳定性影响电极到焊缝的施加。

发明内容

[0005] 以下阐述与原始要求的发明的范围相称的某些方面。应理解,这些方面仅呈现来为读者提供本发明可能采用的某些形式的简要概述,并且这些方面并不旨在限制本发明的范围。事实上,本发明可以涵盖以下可能未阐述的各种方面。

[0006] 在一个实施例中,一种焊接系统包括电源和联接到电源的控制电路。电源被配置成在多个脉冲周期中将焊接电力供应到焊炬,其中每个脉冲周期包括峰阶段和本底阶段。焊接电力包括焊接电流和焊接电压。控制电路被配置成当在本底阶段中焊接电压的电压值大于检测电压时,将焊接电流控制到本底电流。

[0007] 在另一实施例中,一种操作焊接系统的方法包括通过多个脉冲周期将焊接电流和焊接电压供应到电极,其中多个脉冲周期中的每个脉冲周期包括本底阶段和峰阶段。方法还包括在多个脉冲周期的第一脉冲周期的本底阶段期间至少部分地基于焊接电压的电压值何时大于检测电压来检测异常阴极事件的发生。方法还包括在异常阴极事件的一部分期间将焊接电流控制到所期望的电流。所述部分包括第一脉冲周期的本底阶段的间隔,并且在异常阴极事件的所述部分期间独立于焊接电压来控制焊接电流。

[0008] 在另一实施例中,一种操作焊接系统的方法包括在第一脉冲周期的第一峰阶段中将峰值电流值下的焊接电流和峰值电压值下的焊接电压供应到焊丝。在第一峰阶段期间焊接电流至少部分地基于焊接电压来间接地控制。方法还包括在第一脉冲周期的本底阶段的第一部分处将本底电流值下的焊接电流和本底电压值下的焊接电压供应到焊丝。方法还包括在第一脉冲周期的本底阶段的第二部分期间独立于焊接电压将焊接电流控制到本底电流值,其中本底阶段的第二部分包括异常阴极事件。

附图说明

[0009] 本发明的这些和其他特征、方面和优点将在参照附图阅读以下详细描述时变得更好理解,其中相同附图标记在全部图中代表相同部分,其中:

[0010] 图1是具有电源和送丝器的MIG焊接系统的实施例;

[0011] 图2是示出在异常阴极事件期间的脉冲电压和电流波形的图表;

[0012] 图3是示出在异常阴极事件期间的脉冲电压和具有受控的电流波形的电流波形的图表;以及

[0013] 图4是示出在异常阴极事件期间控制电流的步骤的流程图。

具体实施方式

[0014] 以下将描述本发明的一个或多个特定实施例。为了提供这些实施例的简明描述,在说明书中可能未描述实际实施方式的所有特征。应了解,在任何这些实际实施方式的开发中,如在任何工程或设计项目中,必须做出若干实施方式专用决定以实现开发者的特定目标,诸如符合系统相关和商业相关的约束,这些目标可能在各实施方式之间不同。此外,应了解,这些开发工作可能是复杂且耗时的,但是对于受益于本发明的普通技术人员而言将仍然是从事设计、生产和制造的例行任务。

[0015] 现在转向附图,并且首先参照图1,示例性焊接系统10被示出为包括联接到送丝器14的电源12。在所示实施例中,电源12与送丝器14分开,使得送丝器14可以定位在距电源12一定距离处靠近焊接位置。然而,应理解,在一些实施方式中,送丝器14可以与电源12是一体的。电源12可以通过送丝器14将焊接电力供应到焊炬16,或者电源12可以将焊接电力直接供应到焊接16。送丝器14将电极丝18(例如,实芯焊丝、药芯焊丝、涂层焊丝)供应到焊炬16。气体源20(可以与电源12是一体的或者与其分开)将气体(例如,CO₂、氩气)供应到焊炬16。操作者可以接合焊炬16的触发器22以在电极18与工件26之间引起电弧24。在一些实施例中,焊接系统10可以通过自动化界面来触发,所述自动化界面包括但不限于可编程逻辑控制器(PLC)或机器人控制器。焊接系统10被设计成将焊丝(例如,电极18)、焊接电力和保护气体提供给焊炬16。如本领域技术人员将了解的,焊接16可以具有许多不同的类型,并且可以便于电极18与气体的各种组合的使用。

[0016] 焊接系统10可以通过提供在电源12上的操作者界面28接收来自操作者的数据设置。操作者界面28可以并入到电源12的面板中,并且可以允许选择设置,诸如焊接过程(例如,粘结焊、TIG、MIG)、待使用的焊丝的类型、电压和电流设置、过渡模式(例如,短路、脉冲、喷射、脉冲)等。具体来说,焊接系统10允许具有各种材料(诸如,钢或铝)的电极18(例如,焊丝)的MIG焊接(例如,脉冲MIG、喷射、短路、调节金属熔敷(即,RMD®))通过焊炬16被引导。焊接设置被传达到电源12内的控制电路30。此外或可替代地,控制电路30在送丝器14、焊炬16、气体供应器20或者焊接系统10的另一部件内。

[0017] 以下更详细描述的控制电路30操作以控制焊接电力输出的产生,所述焊接电力输出由电力转换电路32施加到电极18以执行所期望的焊接操作。在一些实施例中,控制电路30可以适合于调节脉冲MIG焊接机制,所述脉冲MIG焊接机制可以具有熔融金属从焊丝到进行中的焊接的熔融焊池的短路过渡和/或喷射过渡的方面。如以下更充分描述的,这些过渡模式可以在操作期间通过调整用于在电极18与工件26之间形成的电弧24的电流和电压脉冲的操作参数来控制。“脉冲焊接”或“脉冲MIG焊接”是指产生脉冲功率波形诸如以控制金

属液滴熔敷到进行中的焊池中的技术。在本发明的特定实施例中,可以实施脉冲焊接机制,其中在影响焊接电压的异常阴极事件期间将电弧的焊接电流控制到所期望的电流。也就是说,在异常阴极事件期间可以独立于焊接电压来控制焊接电流。

[0018] 控制电路30联接到电力转换电路32,所述电力转换电路供应施加到在焊炬16处的电极18的焊接电力(例如,脉冲波形)。电力转换电路32联接到由箭头34所指示的电力源。施加到电力转换电路32的电力可以源自电网,然而也可以使用其他电力源,诸如通过发动机驱动的发电机、电池、燃料电池或其他可替代源产生的电力。电力转换电路32的部件可以包括斩波器、升压转换器、降压转换器、逆变器等。

[0019] 控制电路30控制供应到焊炬16的焊接电力的电流和/或电压。控制电路30可以至少部分地基于送丝器14或焊炬16内的一个或多个传感器36来监控电弧24的电流和/或电压。在一些实施例中,控制电路30的处理器38至少部分地基于来自传感器36的反馈来确定和/或控制电弧长度或电极伸出长度。本文中电弧长度被定义为电极18与工件26之间的电弧的长度。处理器38利用存储在存储器40中的数据(例如,算法、指令、操作点)来确定和/或控制电弧长度或电极伸出长度。存储在存储器40中的数据可以通过操作者界面28、网络连接来接收,或者在控制电路30组装之前预载入。电源12的操作可以在一个或多个模式下控制,诸如恒定电压(CV)调节模式,其中当在焊接操作期间改变焊接电流时控制电路30将焊接电压控制为基本上恒定。也就是说,焊接电流可以至少部分地基于焊接电压。此外或可替代地,电源12可以在电流控制模式下控制,其中独立于焊接电压来控制焊接电流。在一些实施例中,电源12被控制成在恒定电流(CC)模式下操作,其中当在焊接操作期间改变焊接电压时控制电路30将焊接电流控制为基本上恒定。

[0020] 图2是脉冲焊接过程的焊接电压50和焊接电流52波形的实施例。示出了在脉冲周期A、B和C期间焊接电压50波形和焊接电流52波形。在每个脉冲周期的峰阶段54期间,控制电路增加供应到电极的焊接电压50,从而从电极的尖端形成熔融球和/或将熔融球从电极的尖端分开以熔敷在工件或焊池上。焊接电压50从本底电压电平60增加到近似峰值电压62,从而将焊接电流52从本底电流电平56增加到近似峰值电流58。焊接电压50和焊接电流52可以从峰值电平降低到本底阶段64。换言之,在峰阶段54期间至少部分地基于焊接电压50来间接地控制焊接电流52。在一些实施例中,在本底阶段64期间,熔融球可以在降低焊接电压50的短路事件66中将电极短暂地连接(join)到焊池。在一些实施例中,熔融球从电极熔敷到焊池而没有短路事件66。在本底阶段64中,控制电路可以将焊接电压50大致维持在本底电压60,并且焊接电流52可以大约保持在本底电流56,以维持电极与工件之间的电弧。焊接电力通过焊接电流52和焊接电压50可以在本底阶段64期间开始在电极的尖端处形成另一熔融球。因此,每个脉冲周期通常可以通过峰阶段54和本底阶段64来描述,其中在峰阶段54期间焊接电压50增加,在本底阶段64期间焊接电流52期望是处于基本上恒定的电流值。

[0021] 如本文所描述的,术语脉冲周期并不旨在限于仅用于脉冲MIG焊接机制的焊接电压50和焊接电流52波形的循环(例如,峰阶段54、本底阶段64)。如可以了解的,各种MIG焊接过程(例如,脉冲MIG、短路、喷射和RMD)的焊接电压50和焊接电流52是循环的。也就是说,MIG过程的每个循环包括具有升高的焊接电压50的一个或多个峰阶段54和具有所期望的基本上恒定的焊接电流52的一个或多个本底阶段64。例如,峰阶段54可以包括RMD过程的收缩

(pinch)、清除和/或球阶段,并且本底阶段64可以包括RMD过程的闪烁、本底、预短路和/或润湿阶段。如本文所使用的,术语脉冲周期可以包括但不限于脉冲MIG焊接机制、短路过程、喷射过程或RMD过程或者其任意组合的循环(例如,峰阶段54和本底阶段64的一个或多个序列)。

[0022] 如可以了解的,控制电路30的处理器38可以至少部分地基于通过操作者界面输入的所需焊接参数、电极、电极的进给速率、气体、工件或者其任意组合来控制不同范围内的焊接电压50和焊接电流52。例如,本底电流电平56可以在约25至250安培之间。峰值电流58可以在约300至700安培之间。在一些实施例中,本底电压电平60可以在约15至25伏之间,并且峰值电压62可以在约25至40伏之间。

[0023] 脉冲过程的焊接电压50和焊接电流52波形通常可以类似于脉冲周期A。然而,异常阴极事件68可以在一些脉冲周期的本底阶段64中开始,并且持续不同时间。一些异常阴极事件68可以仅在本底阶段64的一部分期间持续,而其他异常阴极事件68可以持续整个本底阶段64并且持续到峰阶段54的一部分中。异常阴极事件68可能影响焊接电压50和焊接电流52,如脉冲周期B和C中所示。脉冲周期B和C的异常阴极事件68示出在控制电路没有应用控制算法(如下所描述)的情况下的焊接电压50和焊接电流52波形。在峰阶段54之后,焊接电压50可以在异常阴极事件68中升高。未减轻的异常阴极事件68通过限制或缩窄电极与工件之间的电弧来影响该电弧。也就是说,脉冲周期B的异常阴极事件68期间的电弧与脉冲周期A的本底阶段64期间的相对宽和/或钟形电弧相比而言可以相对较窄。在没有以下描述的控制算法的情况下,当控制电路试图将焊接电压50维持在所期望的本底电压60时,基于焊接电压50控制的焊接电流52可以降低到低电流电平70。未减轻的异常阴极事件68对焊接过程造成的影响可以包括但不限于增加飞溅的发生、不一致的球过渡、不规则的焊接点外观、降低的电弧稳定性或者增加随后异常阴极事件68的可能性或者其任意组合。

[0024] 控制电路30的处理器38可以确定异常阴极事件的发生并且通过控制算法控制焊接电流52以减少对焊接过程的影响。图3示出在焊接过程的脉冲周期D、E和F期间脉冲过程的焊接电压50和焊接电流52波形的实施例。脉冲周期E、F和G可以具有基本上均匀的脉冲持续时间。控制电路监控焊接电压50以检测异常阴极事件80的开始(例如,升高焊接电压50)。在一些实施例中,控制电路仅在本底阶段64期间和/或不在峰阶段54期间监控焊接电压50以监控异常阴极事件80的开始。控制电路30的处理器38可以将焊接电压50与检测电压(例如, V_{detect})相比较,所述检测电压可能在异常阴极事件80的开始时和异常阴极事件80期间被超出。当焊接电压50近似大于检测电压时(例如,在异常阴极事件80期间),控制电路30的处理器38可以至少部分地基于存储在存储器40中的控制算法来控制焊接电流52,而非基于焊接电压50来控制焊接电流52。例如,控制算法可以在异常阴极事件80期间不管焊接电压50与本底电压60的偏差,引导控制电路将焊接电流52控制到近似本底电流56或者其他所期望的电流值。异常阴极事件80的持续时间可以包括但不限于小于本底阶段64的约百分之10、25、50或75或更多的本底阶段64的间隔(例如,部分)。控制算法可以在脉冲周期E和F中的异常阴极事件80期间引导控制电路30的处理器38将焊接电流52控制为与在脉冲周期D期间的本底阶段64期间的值近似相同,从而将焊接电流52控制为基本上不受异常阴极事件80期间升高的焊接电压50的影响。存储在存储器40中的控制算法可以在异常阴极事件80的至少一部分期间引导控制电路30的处理器38将焊接电流52控制为独立于焊接电压50。在一些

实施例中,控制算法在焊接电压50不接近本底电压60的异常阴极事件80期间引导控制电路30的处理器38将焊接电流52基本上维持在本底电流56。

[0025] 异常阴极事件80可以在焊接电压50下降到大约低于终端电压(例如, V_{end})时结束。如果异常阴极事件80在本底阶段64期间结束,则控制算法可以基于用于本底阶段64的剩余部分的电极的操作点,引导控制电路30的处理器38将焊接电流52维持在本底电流56或另一预定动态电流值。在一些实施例中,控制算法可以在异常阴极事件80之前引导控制电路30的处理器38适当地恢复电压调节方法(例如,恒定电压)。如果异常阴极事件80在另一阶段(例如,峰阶段54)期间结束,则控制算法可以引导控制电路30的处理器38将焊接电流52调整到适当的电流电平。例如,如果异常阴极事件80在峰阶段54中结束,则控制算法引导控制电路30的处理器38将焊接电流52控制到本底电流56与峰值电流电平58之间的适当的电流电平,从而使得焊接电流波形52能够在脉冲周期之间基本上维持电流波形的均匀性。例如,本底阶段64对于每个脉冲周期可以具有相同的本底持续时间(例如,约1至20、2至15或3至10毫秒),并且峰阶段54可以具有相同的峰值持续时间(例如,约0.5至5、0.75至4或1至3毫秒)。控制算法使得控制电路30的处理器38能够在典型调节模式(例如,恒定电压调节)之外的异常阴极事件80期间控制焊接电流52,从而减少飞溅的发生、增加球过渡到焊池的一致性、改进焊缝的外观、增加电弧稳定性或者减小随后异常阴极事件80的可能性或者其任意组合。

[0026] 检测电压(V_{detect})和终端电压(V_{end})可以至少部分地基于电极特性、在焊接操作期间所使用的气体、电极的操作点和/或保护气体的操作点。电极的操作点和保护气体的操作点可以根据经验确定并且存储在控制电路30的存储器40中。例如,操作点可以存储在具有控制算法的存储器40中。在一些实施例中, V_{detect} 和/或 V_{end} 可以大于本底电压60并且小于峰值电压62。例如, V_{detect} 可以在约25至35V之间,并且 V_{end} 可以在约15至25V之间。用于 V_{detect} 的电压值可以是约1、2、3、4、5、6、7、8、9或10V或者大于本底电压60。此外或可替代地, V_{detect} 可以大约比本底电压60大百分之1、2、3、5、10或20。在一些实施例中,用于电极与气体的各种组合的 V_{detect} 和/或 V_{end} 的值可以在焊接过程之前或在焊接过程期间从存储器载入到控制电路。用于 V_{detect} 和/或 V_{end} 的值可以是至少部分地基于电流反馈、电极伸出长度或电弧长度或者其任意组合的模拟电压。非异常阴极脉冲周期(例如,脉冲周期D)期间的焊接电压50可以具有跨电极(例如, V_{EE})、电弧(例如, V_{arci} 、 V_{anode} 、 $V_{cathode}$)和工件的电压分量。在一些实施例中,模拟电压可以至少部分地基于在一个或多个非异常阴极脉冲周期期间焊接电压50的分开计算的电压分量的和。例如,模拟电压可以至少部分地基于来自状态观测器(例如,卡尔曼滤波器)的反馈,所述状态观测器从控制电路、电力转换电路和传感器中的至少一个接收实时反馈。控制电路30的处理器38可以至少部分地基于来自焊炬中的传感器的反馈来确定电极伸出长度和/或电弧长度。

[0027] 图4示出用于操作焊接系统并且开始以上描述的控制算法的方法100的实施例。操作者可以通过操作者界面和/或通过将部件(例如,送丝器、焊炬、气体供应器)联接到电源来设置(方框102)用于焊接操作的焊接参数。焊接参数可以包括但不限于电流、电压、过渡模式、脉冲持续时间、脉冲频率、工件材料、电极和供应器或者其任意组合。电源将电力供应(方框104)到焊炬,并且操作者可以接合(方框106)触发器以在焊炬的电极与工件之间引起电弧。在本底阶段(方框108)期间,通过焊炬供应到电极的焊接电力形成(方框110)球并且

维持电极与工件之间的电弧。在一些实施例中,控制电路30的处理器38可以在本底阶段期间将焊接电流和焊接电压控制为基本上恒定的值。在控制电路30的处理器38确定(节点112)本底阶段结束(例如,本底阶段中的时间 t 已经超出脉冲周期的本底间隔)之后,控制电路30可以过渡到峰阶段(方框114)。在峰阶段(方框114)期间,熔融球可以从电极分开(方框116)以熔敷在焊池中。控制电路30可以在峰阶段期间控制焊接电流和焊接电压增加。当操作者接合触发器(方框106)或者自动化界面接合焊接系统时本底阶段(方框108)和峰阶段(方框114)可以在焊接过程的持续时间重复。在一些实施例中,控制电路30的处理器38可以通过重复的本底阶段与峰阶段之间的附加阶段控制焊接电流和焊接电压。

[0028] 在本底阶段(方框108)期间,控制电路30的处理器38监控焊接电压。在节点118处,控制电路30的处理器38将焊接电压与电压检测值(V_{detect})相比较以确定是否发生异常阴极事件。 V_{detect} 可以动态地确定和/或从控制电路的存储器载入。如果焊接电压大于电压检测值,则控制电路30的处理器38使用控制算法120来减轻异常阴极事件对焊接过程的影响。在控制算法120中,控制电路30的处理器38停止(方框122)或暂停主动电压调节方法。例如,控制电路30的处理器38可以使用电压调节方法(例如,恒定电压方法)来控制焊接电压和/或焊接电流以维持所期望的电弧长度或电极伸出长度。在一些实施例中,控制电路30的处理器38可以诸如通过从存储器40清除所存储的数据(例如,滑动平均、传感器反馈)来重置(方框124)主动电压调节方法。重置主动电压调节方法可以增加电压调节方法的准确性和/或可靠性,从而增加电弧的稳定性。例如,主动电压调节方法可以利用存储在存储器40中的先前测量的电流和/或电压测量。在异常阴极事件期间的电弧的状况(例如,测量的电流和/或电压)与在非异常阴极事件(例如,脉冲周期D)的本底阶段期间不同。因此,用于主动电压调节方法的存储在存储器40中的先前测量的电流和/或电压测量被重置(方框124),以使得能够在不使用来自用于主动电压调节方法的异常阴极事件的测量的电流和/或电压测量的情况下在方框132处恢复主动电压调节方法。

[0029] 控制算法120引导控制电路30的处理器38将焊接电流调整(方框126)到所期望的本底电流、预定电流值或动态确定的电流值。在一些实施例中,所期望的本底电流可以近似地与来自先前脉冲周期的先前本底阶段期间的本底电流相同。控制电路30的处理器38可以在至少部分地基于电极、焊丝或其任意组合来的缓变率(例如,线性)下将焊接电流增加或降低到所期望的本底电流。缓变率可以存储在存储器40中或者以其他方式在本底阶段期间在控制电路30内确定。此外或可替代地,缓变率可以根据经验确定并且存储在具有算法的存储器40中。

[0030] 如果控制电路30的处理器38确定(节点128)本底阶段未结束(例如,本底阶段中的时间 t 尚未超出本底间隔),则控制电路30的处理器38确定(节点130)焊接电压是否小于终端电压 V_{end} 。如果焊接电压小于 V_{end} ,则控制算法可以确定异常阴极事件已经结束,并且控制算法引导控制电路30的处理器38恢复(方框132)主动电压调节方法并且返回到方框110。如果焊接电压大于 V_{end} ,则控制算法可以将焊接电流调整(方框126)到本底电流,并且循环通过节点128和130直到本底阶段结束或者焊接电压小于 V_{end} (例如,异常阴极事件结束)。如果本底阶段结束而焊接电压大于 V_{end} ,则控制算法引导控制电路调整(方框134)用于下一个阶段(例如,峰阶段114)的焊接电流,并恢复(方框136)主动电压调节方法。例如,如果异常阴极事件持续到峰阶段114中,则控制算法引导控制电路30的处理器38将焊接电流增加到适

当的焊接电流,以基本上与先前峰值焊接电流波形一致,从而减少异常阴极事件对焊接电流的峰阶段的影响。

[0031] 虽然本文仅示出和描述本发明的某些特征,但是本领域技术人员将会想到许多修改和改变。因此,应理解,所附权利要求旨在涵盖落入本发明的真实精神内的所有这些修改和改变。

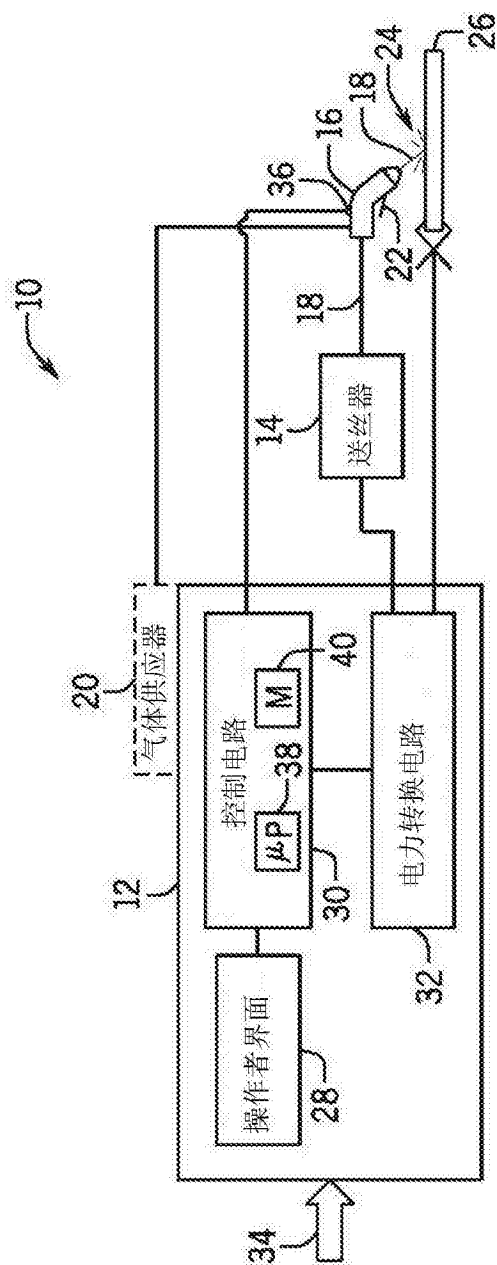


图 1

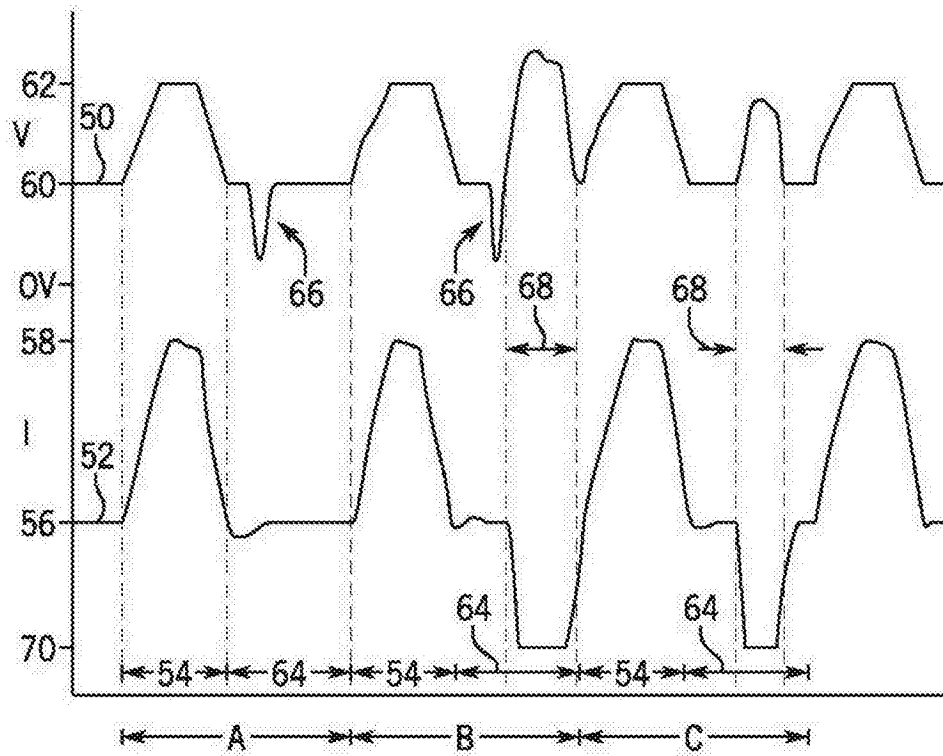


图2

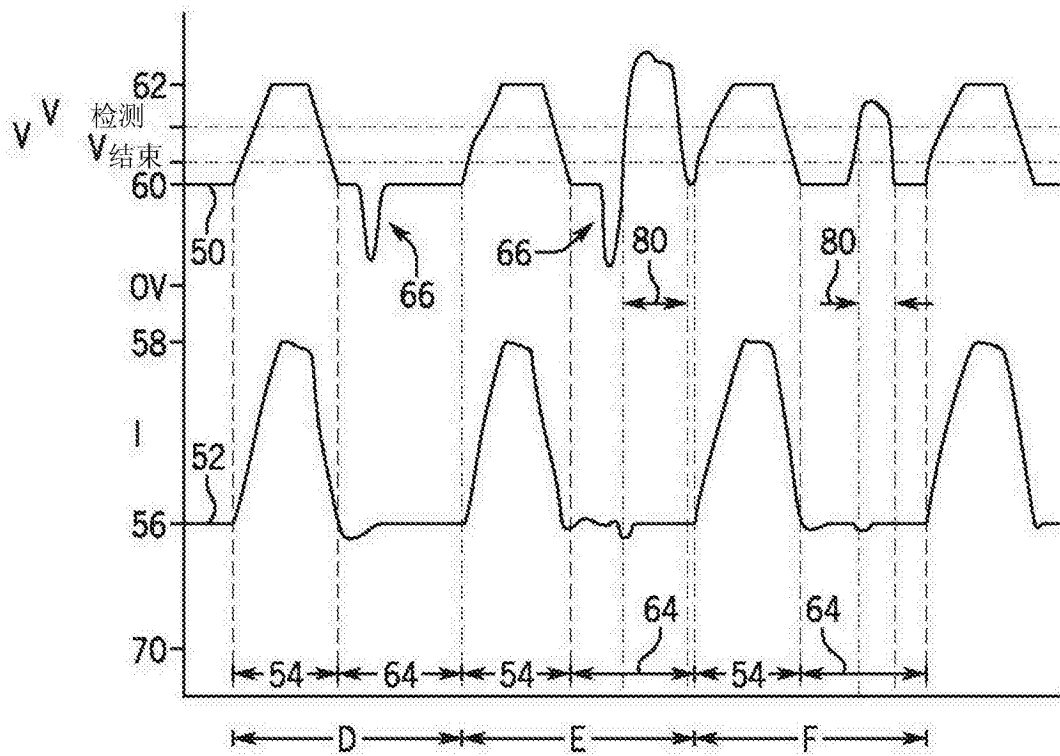


图3

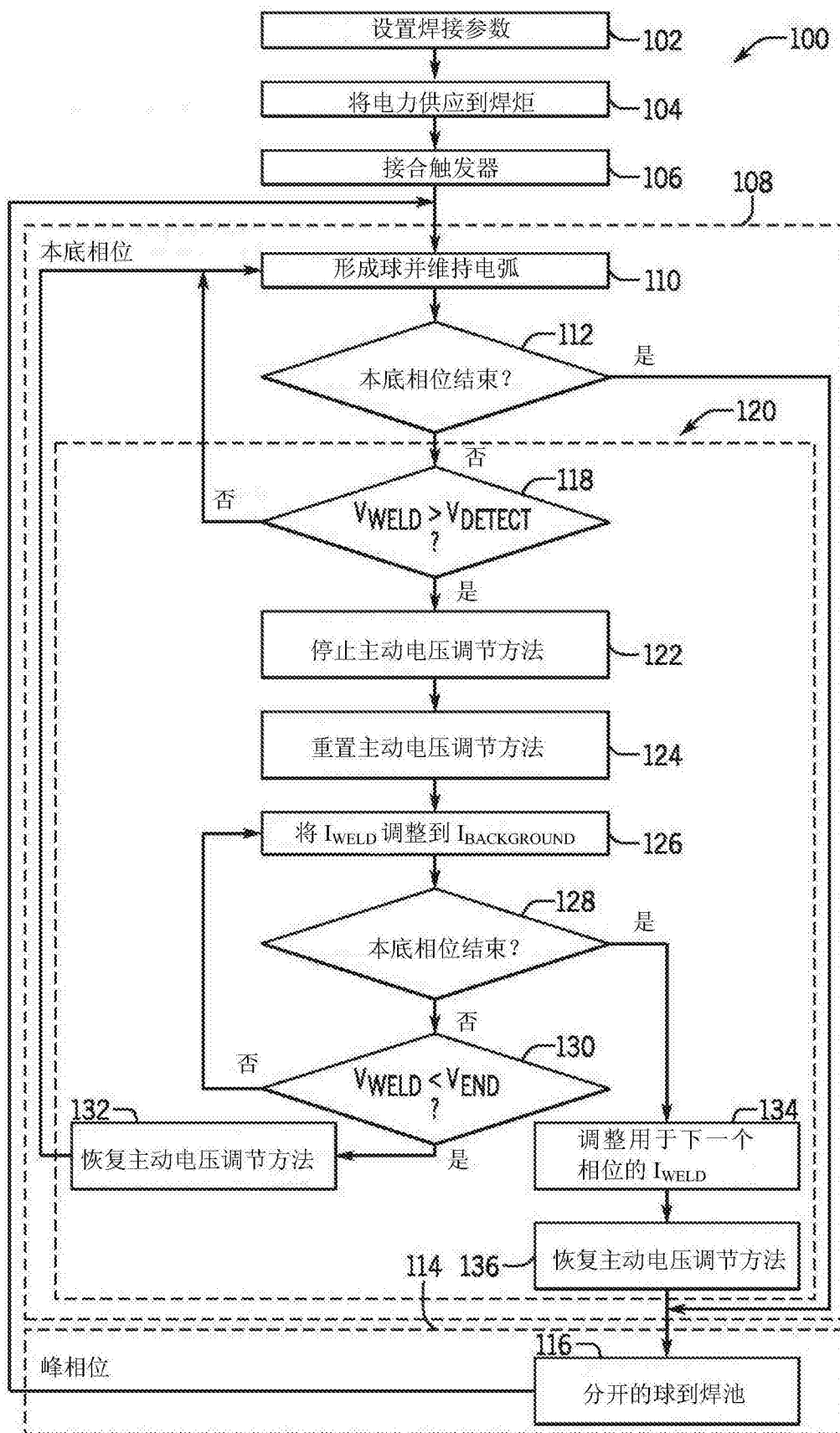


图4