(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111496347 B
(45)授权公告日 2025.05.23

(21)申请号 202010074481.6
(22)申请日 2020.01.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111496347 A
(43)申请公布日 2020.08.07
(30)优先权数据
62/799,342 2019.01.31 US
16/737,587 2020.01.08 US
(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·M·哈奇森
达斯汀·瓦格纳
(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259
专利代理师 脱颖

(51)Int.Cl.
B23K 9/095(2006.01)
B23K 9/10(2006.01)
B23K 9/133(2006.01)
B23K 9/173(2006.01)
(56)对比文件
US 2016288235 A1,2016.10.06
US 2016144444 A1,2016.05.26
US 2017008115 A1,2017.01.12
审查员 安江丽

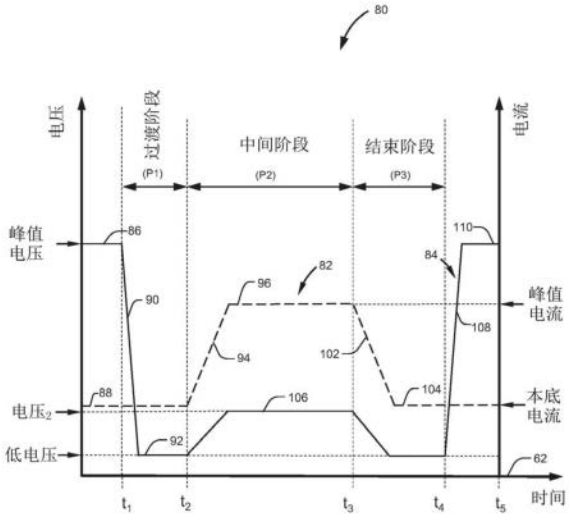
权利要求书4页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

用于受控电弧和短阶段时间调节的系统和方法

(57)摘要

一种焊接型系统包括:焊接型电力供应器,被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率;以及控制器。该控制器计算在该电弧焊接过程期间多个短路事件和/或电弧事件的代表性持续时间。每个短路事件和/或电弧事件包括过渡阶段、中间阶段和结束阶段。该控制器计算与给定的短路事件或电弧事件相关联的过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间、以及从中间阶段的目标电流到结束阶段的目标电流的斜降时间的持续时间的总和。该控制器控制该焊接型电力供应器,以便调节与该给定的短路事件相关联的该过渡阶段、该中间阶段或该斜降时间的持续时间,使得该总和在该代表性持续时间的阈值范围内。可替代地,该控制器维持该结束阶段的持续时间小于预定值。



CN 111496347 B

1.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置成产生用于电弧焊接过程的输出功率;以及

控制器,所述控制器被配置用于:

计算在所述电弧焊接过程期间多个短路事件的代表性持续时间,其中,每个短路事件从电弧事件过渡,并且每个短路事件包括:过渡阶段,所述过渡阶段包括电压从峰值电压水平下降到与短路对应的第一低电压水平,所述过渡阶段之后的中间阶段,所述中间阶段通过电流从第一本底电流水平上升到目标电流水平并且电压上升到中间电压水平来启动,所述中间电压水平低于所述峰值电压水平,所述中间阶段之后的结束阶段,所述结束阶段包括电压下降到第二低电压水平,电流下降到第二本底电流水平,并且在转换到另一个电弧事件之前保持所述第二本底电流水平并使电压上升;

计算与给定的短路事件相关联的所述过渡阶段的持续时间、所述中间阶段的持续时间、以及从所述中间阶段的所述目标电流水平到所述结束阶段的所述第二本底电流水平的在所述结束阶段期间的斜降时间的持续时间的总和;

选择所述结束阶段的持续时间的预定值;并且

控制所述焊接型电力供应器,以便调节与所述给定的短路事件相关联的所述过渡阶段、所述中间阶段或所述斜降时间的持续时间中的一者,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内,并以便维持所述结束阶段的持续时间小于所述预定值。

2.如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置用于从传感器接收信号,所述信号表示在所述电弧焊接过程期间所述多个短路事件中的每个短路事件的特性。

3.如权利要求2所述的系统,其中,所述特性包括电流、持续时间或电压中的至少一个。

4.如权利要求3所述的系统,其中,所述控制器被配置用于基于所述特性中的一个或多个来测量所述给定的短路事件的所述结束阶段的持续时间。

5.如权利要求2所述的系统,进一步包括用于执行所述电弧焊接过程的焊接型焊炬,所述焊接型焊炬包括被配置用于经由所述焊接型焊炬将电极驱动至工件的送丝器。

6.如权利要求5所述的系统,其中,所述送丝器被配置用于控制所述电极前进或缩回。

7.如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置用于调节所述结束阶段的持续时间,使得在所述结束阶段的目标电流下发生与所述给定的短路事件相关联的短路清除事件。

8.如权利要求1所述的系统,其中,所述中间阶段的目标电流大于所述结束阶段的目标电流。

9.如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置用于调节所述中间阶段的目标电流或所述结束阶段的目标电流中的一个,以减少所述斜降时间。

10.如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置用于调节与所述给定的短路事件相关联的所述过渡阶段、所述中间阶段和所述斜降时间中的两个或更多个的持续时间。

11.如权利要求1所述的系统,其中,所述焊接型电力供应器包括开关模式电力供应器。

12.如权利要求11所述的系统,其中,斜降率受与来自所述开关模式电力供应器的用于所述电弧焊接过程的所述输出功率相关联的电压幅值的限制。

13.如权利要求1所述的系统,其中,每个短路事件包括至少两个中间阶段,每个中间阶

段包括各自的目标电流水平。

14.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置成产生用于电弧焊接过程的输出功率;

焊炬,所述焊炬包括送丝器,所述送丝器被配置用于在所述电弧焊接过程期间驱动电极前进或缩回;以及

控制器,所述控制器被配置用于:

计算在所述电弧焊接过程期间多个短路事件的代表性持续时间,其中,每个短路事件包括:从电弧事件开始的过渡阶段,所述过渡阶段包括电压从第一电压水平下降到与短路对应的第二电压水平,所述过渡阶段之后的第一中间阶段,所述第一中间阶段通过电流从第一本底电流水平上升到第一目标电流水平并且电压上升到低于所述第一电压水平的第三电压水平来启动,所述第一中间阶段之后的第二中间阶段,所述第二中间阶段包括电流下降到低于所述第一目标电流水平的第二目标电流水平,并且电压下降到低于所述第三电压水平的第四电压水平,所述第二中间阶段之后的结束阶段,所述结束阶段包括第一部分和第二部分,所述第一部分包括电流从所述第二中间阶段的所述第二目标电流水平下降到第二本底电流水平,所述第二部分包括在转换到另一个电弧事件之前保持所述第二本底电流水平;

计算与给定的短路事件相关联的所述过渡阶段的持续时间、所述中间阶段的持续时间、以及从所述第二中间阶段的所述第二目标电流水平到所述结束阶段的所述第二本底电流水平的在所述结束阶段期间的斜降时间的持续时间的总和;

当所述电极在所述过渡阶段、所述中间阶段或所述结束阶段期间前进或缩回时,调节所述电极的送丝速度,以增加所述短路事件的时间,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内;并且

维持所述结束阶段的所述第一部分的第一持续时间和所述结束阶段的所述第二部分的第二持续时间的总持续时间小于预定值。

15.如权利要求14所述的系统,其中,所述控制器被配置用于当所述电极在与所述给定的短路事件相关联的所述过渡阶段、所述中间阶段或所述结束阶段期间缩回时增大加速度。

16.如权利要求14所述的系统,其中,所述控制器被配置用于当所述电极在与所述给定的短路事件相关联的电弧事件期间前进时减小加速度。

17.如权利要求16所述的系统,其中,所述控制器被配置用于在所述电弧事件期间调节所述电极从所述焊炬延伸的长度以控制电弧长度。

18.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置成产生用于电弧焊接过程的输出功率;

焊炬,所述焊炬包括送丝器,所述送丝器被配置用于在所述电弧焊接过程期间驱动电极前进或缩回;以及

控制器,所述控制器被配置用于:

计算在所述电弧焊接过程期间多个电弧事件的代表性持续时间,其中,每个短路事件

包括从电弧事件开始的过渡阶段、所述过渡阶段之后的中间阶段、所述中间阶段之后的结束阶段,所述过渡阶段包括与短路对应的电压下降,所述中间阶段包括电流从本底电流水平上升到目标电流水平,所述结束阶段包括第一部分和第二部分,所述第一部分包括电流从所述中间阶段的所述目标电流水平下降到所述本底电流水平,所述第二部分包括在转换到另一个电弧事件之前保持所述本底电流水平;

计算与给定的短路事件相关联的所述过渡阶段的持续时间、所述中间阶段的持续时间、以及从所述中间阶段的所述目标电流水平到所述结束阶段的所述本底电流水平的在所述结束阶段期间的斜降时间的持续时间的总和;

当所述电极在所述过渡阶段、所述中间阶段或所述结束阶段期间前进或缩回时,调节所述电极的送丝速度,以增加所述短路事件的时间,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内;并且

其中,所述控制器还被配置用于维持所述结束阶段的所述第一部分的第一持续时间和所述结束阶段的所述第二部分的第二持续时间的总持续时间小于预定值。

19.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置成产生用于电弧焊接过程的输出功率;以及

控制器,所述控制器被配置用于:

计算在所述电弧焊接过程期间多个电弧事件的代表性持续时间,其中,每个电弧事件包括:

过渡阶段,所述过渡阶段包括电压从第一电压水平上升到第二电压水平,并且电流达到第一本底电流水平;

所述过渡阶段之后的第一中间阶段,所述第一中间阶段包括电流从所述第一本底电流水平上升到第一峰值电流,并且电压从所述第二电压水平上升到第三电压水平;

所述第一中间阶段之后的第二中间阶段,所述第二中间阶段包括电流下降到第二峰值电流,并且电压下降到第四电压水平;以及

所述第二中间阶段之后的结束阶段,所述结束阶段之后发生短路,所述结束阶段包括电压下降到第五电压水平,并且电流下降到第二本底电流水平;

计算给定的电弧事件的所述过渡阶段的持续时间、所述第一中间阶段的持续时间和所述第二中间阶段的持续时间、以及从所述第二中间阶段的所述第二峰值电流到所述结束阶段的所述第二本底电流水平的在所述结束阶段期间的斜降时间的持续时间的总和,当所述电弧焊接过程过渡到短路事件时,维持所述结束阶段的所述第二本底电流水平;

调节与所述给定的电弧事件相关联的所述过渡阶段、所述第一中间阶段、所述第二中间阶段或所述斜降时间中的一个的持续时间,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内;并且

维持所述结束阶段的持续时间小于预定值。

20.如权利要求19所述的系统,其中,所述焊接型电力供应器包括开关模式电力供应器以产生输出功率。

21.如权利要求19所述的系统,其中,所述控制器被配置用于调节与所述给定的电弧事件相关联的所述中间阶段的目标电流。

22.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置成产生用于电弧焊接过程的输出功率;

焊炬,所述焊炬包括送丝器,所述送丝器被配置用于在所述电弧焊接过程期间驱动电极前进或缩回;以及

控制器,所述控制器被配置用于:

计算在所述电弧焊接过程期间多个电弧事件的代表性持续时间,其中,每个电弧事件包括:

过渡阶段,所述过渡阶段包括电压从第一电压水平上升到第二电压水平,并且电流达到本底电流水平;

所述过渡阶段之后的中间阶段,所述中间阶段包括电流从所述本底电流水平上升到峰值电流,并且电压从所述第二电压水平上升到第三电压水平;

所述中间阶段之后的结束阶段,所述结束阶段之后发生短路,所述结束阶段包括电压下降到所述第二电压水平,并且电流下降到所述本底电流水平;

计算给定的电弧事件的所述过渡阶段的持续时间、所述中间阶段的持续时间、以及从所述中间阶段的所述峰值电流到所述结束阶段的所述本底电流水平的在所述结束阶段期间的斜降时间的持续时间的总和;

当所述电极在所述过渡阶段、所述中间阶段或所述结束阶段期间前进或缩回时,调节所述电极的送丝速度,以调节所述电弧事件的时间,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内;并且

维持所述结束阶段的持续时间小于预定值。

23.一种焊接型系统,包括:

焊接型电力供应器,所述焊接型电力供应器被配置为生成用于电弧焊接过程的输出功率;以及

控制器,所述控制器被配置为:

计算在电弧焊接过程期间多个电弧事件的代表性持续时间,其中,每个电弧事件包括:

过渡阶段,所述过渡阶段包括电压从第一电压水平上升到第二电压水平,以及电流达到本底电流水平;

所述过渡阶段之后的中间阶段,所述中间阶段包括电流从所述本底电流水平上升到峰值电流,并且电压从所述第二电压水平上升到第三电压水平;以及

所述中间阶段之后的结束阶段,所述结束阶段之后是短路,所述结束阶段包括电压降到所述第二电压水平,并且电流降到所述本底电流水平;

计算给定电弧事件的所述过渡阶段的持续时间、所述中间阶段的持续时间以及在所述结束阶段期间从所述中间阶段的所述峰值电流到所述结束阶段的所述本底电流水平的斜降时间的持续时间的总和,其中在所述电弧焊接过程过渡到短路事件时,维持所述结束阶段的所述本底电流水平;

调节与所述给定电弧事件相关联的所述过渡阶段、所述中间阶段或所述斜降时间中的一个的持续时间,使得所述总和在所述代表性持续时间的阈值范围内;并且

维持所述结束阶段的持续时间小于预定值。

用于受控电弧和短阶段时间调节的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是2019年1月31日提交的名称为“Systems and Methods for Controlled Arc and Short Phase Time Adjustment(用于受控电弧和短阶段时间调节的系统和方法)”的美国临时专利申请号62/799,342的非临时专利申请,该美国临时专利申请通过援引以其全文并入本文。

背景技术

[0003] 焊接是在所有行业中变得越来越普遍的工艺。用于结合过程(诸如焊接、钎焊、胶接和/或其他结合操作)的常规系统和方法需要在设备上进行大量投资,诸如加工、显示、实施工件、焊接工具、传感器和/或其他设备。

[0004] 常规的短路气体金属电弧焊(GMAW)也称为金属惰性气体(MIG)焊接,是一种在电极与要焊接的金属零件之间形成电弧的焊接过程。电弧产生使金属零件熔化的热量。熔化的金属零件冷却之后,金属零件会接合并形成焊接件。可以测量电气和/或物理参数,并且可以在焊接操作期间将这些测量的结果作为过程反馈和系统反馈提供给焊工和/或控制系统和控制电路。焊工和/或控制系统和控制电路可以在焊接时使用该反馈信息实时地调节焊接参数,从而使得焊接过程得到改善。

[0005] MIG焊接的高级形式是基于循环脉冲的产生,该循环脉冲的产生可以导致前进的丝电极与包括工件和该丝电极的熔化金属的焊接熔池之间的受控短路。即,可以执行各种脉冲方案,其中由电力供应器控制电路系统对电流脉冲和/或电压脉冲作出命令,以调整来自焊丝的金属熔滴(和/或喷雾和/或小球)的形成和沉积,以维持焊接熔池的期望加热分布和冷却分布,以控制丝与焊接熔池之间的短路,等等。

[0006] 尽管在许多应用中是有效的,但是这种脉冲式和短路焊接方案可能具有缺点。例如,取决于过渡模式,这些过程可能会限制行进速度、产生过多飞溅物从而需要及时清理焊接工件、提供非最佳的焊透、或者这些效果和其他效果的任意组合。而且,某些脉冲过程(诸如以材料转移的喷射模式操作的过程)对于特定的应用可能会过热。诸如短路过程等其他过程可能导致变冷,但可能再次产生飞溅物和其他不想要的焊接效果。

[0007] 此外,在某些焊接情况下以及在使用某些焊接电极的情况下,被训练用于在电极与工件之间实施循环短路的脉冲焊接过程可能会向焊接增添过多的能量。例如,对于具有芯层的丝电极,尤其是由于焊接电流往往流过丝包层(其与实芯丝相比可能更容易熔化),因此该电极可能会被增添到丝的过量电流加热。结果,电弧可能爆发(flare)(即变长)。然而,为了跨越间隙、减少烧穿和增加行进速度,可能期望将电弧长度维持在最小。不幸的是,这会导致丝短路到进行中的焊接熔池,并需要额外的电流来清除短路,这同样导致具有芯层的丝包层发热,并导致电弧爆发,使得使用大的功率源产生高功率输出。

[0008] 因此,需要改进的焊接策略,以允许在脉冲和短路波形方案中进行焊接,同时提高焊接质量和灵活性。

发明内容

[0009] 本公开总体上涉及焊机,并且更具体地涉及一种被配置用于通过调节与短路事件或电弧事件的一个或多个阶段相关联的持续时间和/或电流来控制电弧焊接操作的短路事件的焊机。结果,与常规系统相比,受控短路产生的飞溅物减少、并且电流降低。

[0010] 根据示例性实施方式,一种焊接方法包括:产生用于焊接功率输出的控制波形,该波形包括多个连续的峰值阶段,随后是焊接熔池与前进的丝电极之间的短路;以及至少基于前一短路事件的一个或多个阶段的持续时间来调节每个当前峰值阶段的持续时间,以控制将在当前峰值阶段之后发生的短路。

[0011] 在一些示例中,这些方法和系统允许:至少基于前一短路来调节至少一个波形阶段,以控制将发生的下一个短路;和/或至少基于前一短路来调节至少一个短路响应阶段,以控制将发生的下一个短路。

附图说明

[0012] 图1是根据本技术的各方面的示例性电弧焊接系统的图解表示,展示了联接至送丝器以执行受控短路焊接操作的电力供应器。

[0013] 图2是用于图1所示类型的焊接电力供应器的示例性控制电路系统部件的图形表示。

[0014] 图3是根据本公开的用于受控短路焊接的示例性波形的图形表示。

[0015] 图4是根据本公开的用于受控短路焊接的另一示例性波形的图形表示。

[0016] 图5是根据本公开的用于受控短路焊接的又一示例性波形的图形表示。

[0017] 图6是展示了根据本公开的焊接方案的流程图。

具体实施方式

[0018] 本公开描述了用于通过对电弧事件、短路事件或这两个事件的组合的一个或多个阶段的时间调节来实现受控短路的系统和方法。时间调节可以基于电弧事件和/或短路事件的代表性(例如,平均)持续时间,以控制在期望的电流水平下发生短路清除。

[0019] 例如,短路清除预测可以基于过程反馈变量。如果在短路清除事件之前没有充分降低电流水平,则较高的电流水平会导致飞溅物。为了减少飞溅物的量,可以调节短路事件的一个或多个阶段的持续时间,使得进行短路清除时电流处于期望值。

[0020] 在一些示例中,可以调节短路的一个或多个阶段中的目标电流水平。当前一阶段的目标峰值电流降低时,到后一阶段的目标阈值电流的斜降时间就会缩短。结果是短路清除事件在目标电流下发生,而不是在目标峰值电流与阈值电流之间的电流水平下发生。

[0021] 在一些所公开的示例中,可以针对三个或更多个不同的阶段(过渡阶段、中间阶段和结束阶段)描述短路事件的持续时间。每个阶段都有独立确定的目标电流、电流斜坡率和/或持续时间。另外或可替代地,每个阶段可以具有独立确定的目标送丝速度(WFS)和WFS斜坡率,该独立确定的目标送丝速度和WFS斜坡率在丝向工件前进和/或从工件缩回时调整丝的速度和/或加速度。

[0022] 如果短路持续时间小于过渡阶段、中间阶段的持续时间与将电流从峰值电流水平降低到本底电流水平所需的时间之和,则短路清除事件在高于期望的本底电流水平的电流

值下发生。短路清除的不一致时序以及相关联的电流水平可能会对焊接过程的稳定性产生不利影响。

[0023] 为了避免在高于本底水平的电流水平下发生短路清除，控制器可以采用代表性的短路清除事件持续时间(例如，平均值)来调节短路阶段的一个或多个特性(例如，持续时间、电流水平)，以避免在达到本底电流之前清除短路。

[0024] 短路循环在短路事件与电弧事件之间交替发生。以与对短路控制的描述一致的方式，可以调节电弧事件以控制短路清除发生。例如，期望在MIG焊接过程期间来自焊丝的熔融熔滴以相对较低的电流水平进入焊接熔池。如果电流水平太高，则熔滴与熔池之间的正常“润湿”作用会被熔滴/熔池界面处的高洛伦兹“拧断(pinch)”力中断。熔滴转移过程的这种中断可能导致该过程排出大的飞溅物熔滴。

[0025] 为了避免这种不必要的飞溅物，设置电弧事件的多个阶段，使得在短路事件之前达到预定的电流水平。特别地，电弧事件的多个阶段具有与关于短路阶段所描述的相同的可独立调节参数。例如，在电弧阶段期间可以快很多地降低电流水平，因为在电弧阶段期间可以获得更高的电压来驱动来自输出电感器的能量。

[0026] 因此，以与关于短路事件所描述的方式相似的方式，可以根据由控制器实施的控制方案来调节电弧事件。

[0027] 控制器被配置用于计算过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间、以及从中间阶段的峰值目标电流水平到结束阶段(此时短路事件发生)的目标本底电流水平的斜降时间的持续时间的总和。

[0028] 控制器被配置用于控制电力供应器以调节过渡阶段、中间阶段或斜降时间之一的特性，使得过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间和斜降时间的持续时间的总和小于代表性持续时间。如上所述，还可以调节电流水平(例如，峰值电流水平和本底电流水平)以减少电流衰减时间，从而达到类似的效果。可以对与短路事件相关联的阶段中的任意或全部阶段的持续时间和/或目标电流水平进行调节。

[0029] 另外或可替代地，可以调节电流水平(例如，峰值电流水平和/或本底电流水平)以减少电流衰减时间，从而达到类似的效果。可以对与电弧事件相关联的阶段中的任意或全部阶段的持续时间和/或目标电流水平进行调节。

[0030] 另外或可替代地，阶段电流和时间参数可以是固定的，并且送丝速度可以被调节以改变与短路事件和/或电弧事件相关联的阶段中的一个或多个阶段的持续时间。

[0031] 采用本文描述的系统和方法用以增加电弧焊接过程稳定性，减少焊接期间飞溅物的产生。所得过程更响应于动态变化的过程变量，诸如接触末端到工件的距离(CTWD)、焊炬行进速度、焊炬角度、工件材料厚度、接缝配置、以及其他变量。

[0032] 取决于正执行的焊接过程，可能希望通过流过焊丝的电流来对丝进行加热(例如，通过焦耳加热效应)。因此，平均短路电流需要处于升高的水平。因此，为了维持用于对丝进行充分焦耳加热的电流而又在短路清除事件期间限制飞溅物的量，动态地调节电流水平，使得在清除事件时电流处于阈值水平。

[0033] 在一些示例中，从开关模式电力供应器提供功率。由于这种电力供应器的物理限制条件，电流可以降低的速率受焊接过程电压的幅值限制。在短路的情况下，此电压非常低，这对应于低电流衰减率。

[0034] 如本文所使用的,术语“焊接型功率”是指适合于焊接、等离子切割、感应加热、CAC-A和/或热丝焊接/预热(包括激光焊接和激光熔覆)的功率。如本文所使用的,术语“焊接型电力供应器”是指在向其施加功率时能够向焊接、等离子切割、感应加热、CAC-A和/或热丝焊接/预热(包括激光焊接和激光熔覆)提供功率的任何装置,包括但不限于逆变器、转换器、谐振电力供应器、准谐振电力供应器等、以及控制电路和与其相关联的其他辅助电路。

[0035] 如本文所使用的,术语“脉冲焊接”包括利用通常以可控频率在较高的峰值与较低的本底之间脉冲变化的输出功率进行的焊接,并且在电弧状态下执行脉冲焊接。

[0036] 如本文所使用的,术语“周期性”和/或“循环性”焊接过程和/或输出包括可以表征为一系列周期和/或循环的焊接输出,其中每个循环可以相同、相似或不同。

[0037] 如本文所使用的,术语“送丝器”包括驱动丝的电机或机构、丝的安装件、与其相关的控制件以及相关联的硬件和软件。

[0038] 如本文所使用的,术语“双向送丝器”包括驱动丝的电机或机构、丝的安装件、与其相关的控制件以及相关联的硬件和软件,双向送丝器既能够使丝前进又能够使丝缩回。双向送丝器可以在周期性和/或循环性焊接过程中使用。

[0039] 如本文所使用的,术语“控制器”或“控制电路”包括位于一个或多个板上的、用于控制焊接型系统或诸如电源、功率源、发动机或发电机等装置的全部或一部分的数字和/或模拟电路、分立电路或集成电路、微处理器、DSP、FPGA等、和/或软件、硬件和固件。

[0040] 如本文所使用的,“电路”或“电路系统”包括任何模拟和/或数字部件、功率和/或控制元件(诸如微处理器、数字信号处理器(DSP)、软件等)、分立部件和/或集成部件,或其多个部分和/或组合。

[0041] 如本文所使用的,术语“能量储存装置”是储存能量的任何装置,诸如例如电池、超级电容器等。

[0042] 如本文所使用的,术语“存储器”包括易失性和非易失性存储器,并且可以是阵列、数据库、列表等。

[0043] 如本文所使用的,术语“焊炬”或“焊接型工具”可以包括手持式焊炬或机器人焊炬、焊枪或用于产生焊接电弧的其他装置。

[0044] 如本文所使用的,术语“焊接模式”或“焊接操作”是所使用的过程或输出的类型,诸如CC、CV、脉冲、MIG、TIG、喷涂、短路等。

[0045] 如本文所使用的,术语“升压转换器”是在使电压升高的电路中使用的转换器。例如,升压转换器可以是一种逐步升压转换器(诸如DC-DC功率转换器),该逐步升压转换器可以在从其输入端(例如,从能量储存装置)至其输出端(例如负载和/或附接的功率总线)使电流逐步降低的同时使电压逐步升高。这是一种开关模式电力供应器。

[0046] 如本文所使用的,术语“降压转换器”(例如,逐步降压转换器)是指从其输入端至其输出端使电压逐步降低(例如,在使电流逐步升高的同时)的功率转换器。

[0047] 在所披露的示例中,焊接型系统包括:焊接型电力供应器,该焊接型电力供应器被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率;以及控制器。该控制器被配置用于计算在电弧焊过程期间多个短路事件的代表性持续时间,其中,每个短路事件包括过渡阶段、中间阶段和结束阶段。该控制器计算与给定的短路事件相关联的过渡阶段的持续时间、中间阶段

的持续时间、以及从中间阶段的目标电流到结束阶段的目标电流的斜降时间的持续时间的总和。该控制器控制焊接型电力供应器，以便调节与给定的短路事件相关联的过渡阶段、中间阶段或斜降时间的持续时间，使得前述总和小于代表性持续时间。

[0048] 在一些示例中，焊接型系统包括控制器，其中，该控制器被配置用于从传感器接收信号，该信号表示在电弧焊接过程期间该多个短路事件中的每个短路事件的特性。在示例中，系统特性包括电流、持续时间或电压中的至少一个。

[0049] 在示例中，焊接型系统包括控制器，该控制器用于基于这些特性中的一个或多个特性来测量给定的短路事件的结束阶段的持续时间。在示例中，焊接型焊炬执行电弧焊接过程，该焊接型焊炬包括被配置用于经由该焊接型焊炬将电极驱动至工件的送丝器。在示例中，焊接型系统包括送丝器，其中，该送丝器被配置用于控制电极前进或缩回。

[0050] 在一些示例中，控制器调节结束阶段期间的斜降的持续时间，使得在结束阶段的目标电流下发生与给定的短路事件相关联的短路清除事件。在示例中，中间阶段的目标电流大于结束阶段的目标电流。在示例中，控制器调节中间阶段的目标电流或结束阶段的目标电流中的一个，以减少斜降时间和/或结束阶段的持续时间。在一些示例中，结束阶段的持续时间维持在小于预定值的水平。在示例中，控制器调节与给定的短路事件相关联的过渡阶段、中间阶段和斜降时间中的两个或更多个的持续时间。

[0051] 在示例中，焊接型系统包括电力供应器，其中，该电力供应器包括开关模式电力供应器。在一些示例中，斜降率受与来自开关模式电力供应器的用于电弧焊接过程的输出功率相关联的电压幅值的限制。在示例中，每个短路事件包括至少两个中间阶段，每个中间阶段包括各自的目标电流水平。

[0052] 在一些所公开的示例中，焊接型系统包括：焊接型电力供应器，该焊接型电力供应器被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率；以及焊炬，该焊炬包括被配置用于在电弧焊接过程期间驱动电极前进或缩回的送丝器。该系统还包括控制器，该控制器被配置用于计算在电弧焊接过程期间多个短路事件的代表性持续时间，其中，每个短路事件包括过渡阶段、中间阶段和结束阶段。该控制器计算与给定的短路事件相关联的过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间、以及从中间阶段的目标电流到结束阶段的目标电流的斜降时间的持续时间的总和。当电极在过渡阶段、中间阶段或结束阶段期间前进或缩回时，该控制器调节电极的送丝速度和/或加速度，以调节短路事件的时间，使得前述总和小于代表性持续时间。

[0053] 在示例中，当电极在与给定的短路事件相关联的过渡阶段、中间阶段或结束阶段期间缩回时，控制器增大加速度。在示例中，焊接型系统包括控制器，其中，该控制器被配置用于当电极在与给定的短路事件相关联的电弧事件期间前进时减小加速度。在示例中，焊接型系统包括控制器，其中，该控制器被配置用于在电弧事件期间调节电极从焊炬伸出的长度以控制电弧长度。

[0054] 在一些所披露的示例中，焊接型系统包括：焊接型电力供应器，该焊接型电力供应器被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率；以及控制器，该控制器被配置用于计算在电弧焊过程期间多个电弧事件的代表性持续时间，其中，每个电弧事件包括过渡阶段、中间阶段和结束阶段。该控制器计算给定的电弧事件的过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间、以及从中间阶段的目标电流到结束阶段的目标电流的斜降时间的持续时间的总

和。该控制器调节与给定的电弧事件相关联的过渡阶段、中间阶段或斜降时间中的一个的持续时间，使得前述总和在代表性持续时间的阈值范围内。另外或可替代地，结束阶段的持续时间维持在小于预定值的水平。

[0055] 在示例中，焊接型系统包括焊接型电力供应器，其中，该焊接型电力供应器包括用以产生输出功率的开关模式电力供应器。在一些示例中，焊接型系统包括控制器，其中，该控制器被配置用于调节与给定的电弧事件相关联的中间阶段的目标电流。

[0056] 图1展示了用于执行受控短路(CSC)焊接操作的示例电弧焊接型系统100。如图1的电弧焊接型系统所示，电力供应器10和送丝器12经由导体或导管14联接。在所展示的示例中，电力供应器10与送丝器12分离，使得送丝器的位置可以与电力供应器相距一定距离并且在焊接位置附近。然而，在一些示例中，送丝器可以与电力供应器10整合在一起。在这种情况下，导管14将在系统内部。在送丝器12与电力供应器10分离的示例中，在电力供应器和送丝器12上通常设置有端子，以允许将导体或导管联接至系统，从而允许从电力供应器10向送丝器12提供电力和气体，并允许在这两个装置之间交换数据。

[0057] 系统100被配置用于向焊接工具或焊炬16提供丝、电力和保护气体。工具16可以是许多不同的类型，并且可以允许将焊丝42(例如，电极丝)和气体送给到与工件、基板或平台18邻近的位置。第二导体延伸到焊接工件，以补全电力供应器与工件之间的电路。在增材制造的背景下，基板18提供了基础，在该基础上通过施加金属熔滴80而形成包括层82的零件78。所公开的受控短路焊接系统100可以采用开关13来提供一个或多个焊接过程的替代性电流路径。例如，采用开关13提供了当从高/峰值电流过渡到较低电流值时调节电流衰减率的机会。在一些示例中，减小的斜降持续时间导致较短的阶段时间(诸如在电弧事件和/或短路事件中的中间阶段与结束阶段之间的阶段时间)总和。在一些示例中，结束阶段的持续时间维持在小于预定值(例如1毫秒)的水平。

[0058] 焊接系统100被配置用于例如经由设置在电力供应器10上的操作者接口20由操作者和/或根据焊接顺序选择数据设置。操作者接口20通常将被纳入到电力供应器10的前面板中，并且可以允许选择诸如焊接过程、要使用的丝类型的设置、电压和电流设置等。特别地，该系统被配置用于允许利用穿过工具16送给的各种钢制焊丝、铝制焊丝或其他类型的焊丝进行焊接。此外，该系统被配置用于采用具有各种横截面几何形状(例如，圆形、大致平坦、三角形等)的焊丝。这些焊接设置被传送到电力供应器内的控制电路22。该系统可以尤其适于实施针对某些电极类型配置的焊接方案。

[0059] 可以通过诸如存储在与电力供应器10相关联的处理器/控制电路22可访问的存储器上的焊接顺序程序来提供焊接过程的处理指令。在这种情况下，定序器可以采用存储的信息(例如，与期望的产品配置和/或过程相关联，包括历史数据)和/或可由用户自定义。例如，同与零件78相对应的具体设计相关联的信息(例如，与零件78相关联的热分布、材料特性、系统控制参数等)可以存储在存储器中和/或经由网络接口提供。因此，该信息可用于控制系统的操作以促进零件78的形成，诸如通过控制来自电力供应器10、送丝器电机48、54等的功率输出。

[0060] 控制电路22操作以控制供应到焊丝42用于执行期望焊接操作的焊接功率输出的产生。在示例中，控制电路22可以适于调整脉冲MIG焊接方案，该脉冲MIG焊接方案促进熔融金属到零件78的短路转移，而无需向零件78或焊丝42增添过多的能量。在“短路”模式下，在

由焊接电弧产生加热的影响下，在焊丝42上形成熔融材料的熔滴，并且由于焊丝42、熔滴80和零件78之间的接触或短路而周期性地转移至零件78。注意这里在本公开中，零件78有时被称为工件、焊件或焊接工件。

[0061] 以这种方式，系统和/或控制电路22通过在焊接过程期间调节系统的一个或多个焊接过程参数来控制零件78的焊接。焊接过程参数可包括但不限于送丝器速度、送丝器方向、行进速度、功率输出、过程模式、沉积路径、沉积顺序、焊炬角度等。

[0062] 另外，(多个)传感器70可以测量与系统的操作相关联的操作参数(例如，电流、电压、电感、相位、阻抗、功率、电感、送线速度、加速度、取向、位置等)。可以将所感测的操作特性(例如，电压、电流、温度、形状、速度等)提供给控制电路22或其他控制器(例如，控制电路32、与控制系统72相关联的控制器等)以进一步控制焊接过程。

[0063] 通常通过焊接线缆52将来自电力供应器的电力施加到丝电极42。类似地，通过送丝器和焊接线缆52送给保护气体。在焊接操作期间，焊丝42穿过焊接线缆52的护套朝向工具16前进。在工具16内，第二送丝器电机53包括辊54，辊54可以设置有相关联的驱动辊，该驱动辊可以被调整以提供期望的送丝速度和/或方向。

[0064] 可以采用控制系统72来根据控制电路22、32以及来自(多个)传感器70的信息调整例如工具16的移动和位置。在示例中，控制系统72可以经由一条或多条线缆75与电力供应器10、送丝器12和/或工具16通信。因此，可以经由线缆75提供和/或交换电力和/或信息以控制焊接过程。特别地，控制系统72可以采用具有一个或多个致动器76(例如，伺服电机、关节等)的一个或多个臂74。以此方式，控制系统72可以发出命令以在焊接操作期间以六个自由度对附接的工具16进行精细控制，包括行进速度、工具位置、与零件78的距离等。控制系统72可以包括用于感测焊接过程参数的一个或多个传感器，该一个或多个传感器可以与控制电路22、32通信以进一步促进零件78的形成。

[0065] 在一些示例中，控制电路22、32可以向送丝器12、电力供应器10和/或控制系统72提供信号，以使得能够根据具体的应用或焊接过程开始和停止焊接过程。即，在该过程启动时，气体流动可以开始，丝可以进给，并且可以将功率施加到焊接线缆52并且通过工具16施加到正在进给的焊丝42。工件线缆和夹具58允许闭合从电源开始通过焊炬、电极(丝)和零件78的电路，以用于在操作期间维持焊接电弧。

[0066] 本电弧焊接系统允许基于先前的电流测量值和持续时间测量值来控制连续的电压水平和/或电流水平和/或脉冲持续时间，从而控制焊接熔池与前进的丝电极之间的短路事件的促进、发生、持续和中断。特别地，基于一个或多个以上短路事件或短路事件的各方面(诸如其持续时间)来调整电流波形。

[0067] 控制电路22联接至功率转换电路24。该功率转换电路24适于产生输出功率，诸如在工具16处施加到焊丝42的脉冲波形。可以采用各种功率转换电路，包括斩波器、升压电路、降压电路、逆变器、转换器等。这种电路的配置就其本身而言可以是本领域公知的类型。如箭头26指示的，功率转换电路24联接至电力源。施加到功率转换电路24的电力可以源自电网，但是也可以使用其他电力源，诸如由发动机驱动的发电机、电池、燃料电池或其他替代的电力源产生的电力。图1中展示的电力供应器还可以包括被配置用于允许控制电路22与送丝器12交换信号的接口电路28。

[0068] 以这种方式，控制电路22(和/或控制电路32)被配置用于通过控制对电弧事件、短

路事件或这两个事件的组合中的一个或多个阶段的时间调节来控制短路事件，如本文所公开的。例如，时间调节可以基于电弧事件和/或短路事件的代表性(例如，计算的平均值、确定的平均值和/或历史平均值)持续时间，以控制在期望的电流水平下发生短路清除。

[0069] 在一些示例中，短路事件和电弧事件的阶段中的一个或多个阶段具有单独确定的代表性持续时间。此外，每个阶段可以与阈值持续时间的期望目标范围相关联。因此，控制电路可以调节与给定事件相关联的过渡阶段、中间阶段或结束阶段之一的持续时间，使得各个阶段处于(例如，存储在存储装置中、从联网系统输入等的)阈值持续时间的范围内。另外或可替代地，可以对阶段持续时间进行调节以确保所有相关联阶段的总持续时间在代表性持续时间的阈值范围内，和/或结束阶段的持续时间维持在小于预定值(例如1毫秒)的水平。该预定值可以是值的范围或关于预定值的选定阈值，其被选择用于特定焊接过程中的变量(例如，丝类型、材料类型、焊炬类型等)和/或响应于(例如，来自运营商的)命令而被选择。限制结束阶段的持续时间可以通过限制在相对较低功率的结束阶段中花费的时间量(如图3至图5所示)来对电极丝42的焦耳加热有所裨益，和/或利于电极丝42的完全沉积。

[0070] 例如，控制电路22可以产生短路清除预测，该预测可以基于过程反馈变量(基于来自一个或多个传感器70的输入)。如果在短路清除事件之前没有充分降低电流水平，则较高的电流水平会导致飞溅物。为了减少飞溅物的量，控制电路22可以调节短路事件的一个或多个阶段的持续时间，使得进行短路清除时电流处于期望值。

[0071] 在一些所公开的示例中，可以针对三个或更多个不同的阶段(过渡阶段、中间阶段和结束阶段)描述短路事件的持续时间。每个阶段都有独立确定的目标电流、电流斜坡率和/或持续时间。另外或可替代地，每个阶段可以具有独立确定的目标送丝速度和送丝速度斜坡率(例如，经由控制电路22与控制电路32之间的协调来提供)，该目标送丝速度和送丝速度斜坡率在丝42向工件18前进和/或从工件缩回时调整丝的速度和/或加速度。

[0072] 如本文所公开的，为了避免在高于本底水平的电流水平下发生短路清除，控制器32可以利用代表性的短路清除事件持续时间(例如，平均值)来调节短路阶段的一个或多个特性(例如，持续时间、电流水平)，以避免在达到本底电流之前清除短路。

[0073] 送丝器12可以包括联接至接口电路28的互补接口电路30。在一些示例中，可以在两个部件上都提供多引脚接口，并且多重导体线缆在接口电路之间延伸以允许在电力供应器10、送丝器12或电力供应器10和送丝器12两者上设置诸如送丝速度、过程、选择的电流、电压或功率水平等信息。

[0074] 送丝器12还可以包括联接至接口电路30的控制电路32。如下文描述的，控制电路32允许根据操作者的选择或存储的序列指令来控制送丝速度，并且允许经由接口电路将这些设置反馈回电力供应器。控制电路32联接至送丝器上的操作者接口34，该操作者接口允许选择一个或多个焊接参数，特别是送丝速度。操作者接口还可允许选择诸如过程、所使用的丝类型、电流、电压或功率设置等焊接参数。控制电路32还可以联接至气体控制阀36，该气体控制阀调整保护气体到焊炬的流量。通常，这种气体是在焊接时提供的，并且可以在焊接之前立即被接通以及在焊接之后短时间内接通。施加到气体控制阀36的气体可以以加压瓶的形式提供，如附图标记38所表示的。

[0075] 送丝器12包括用于在控制电路32的控制下将丝送至工具16并由此送至焊接应用的部件。例如，焊丝的一个或多个卷轴40容纳在送丝器中。焊丝42从卷轴上解绕，并逐渐地

送至工具16。卷轴可与离合器44相联，当将丝被送至工具时，该离合器与卷轴脱离。还可调整离合器44以维持最小摩擦水平从而避免卷轴40自由旋转。第一送丝器电机46可设置在壳体48内，该第一送丝器电机46与送丝辊47接合以将丝从送丝器12朝着工具16推进。

[0076] 在图1的示例中，可移动缓冲器60可包括第一部分62和第二部分64，其中第一部分和第二部分中的至少一个部分被配置用于响应于第一送丝器电机46与第二送丝器电机53之间焊丝42的量的变化而相对于第一部分和第二部分中的另一部分移动。传感器66(例如，一个或多个传感器)被配置用于感测第一部分与第二部分之间的相对移动或位移，并将传感器数据提供给控制电路(例如，控制电路22、32)来作为响应调节焊丝42的速度和/或方向。

[0077] 在实践中，辊47中的至少一个机械联接至电机，并且由电机旋转以驱动来自送丝器的丝，同时配合的辊朝向丝施加偏压以维持两个辊与丝之间的良好接触。一些系统可能包括多个这种类型的辊。可以提供转速计50或其他传感器，以用于检测第一送丝器电机46、辊47或任何其他相关联部件的速度，以便提供实际送丝速度的指示。来自转速计的信号被反馈回至控制电路32，诸如用于连续或周期性的监测、校准等。在一些示例中，系统包括用于使送丝装置旋转的丝卷轴电机，其可被类似地调节以增加或减少送丝器电机之间的丝的量。

[0078] 在一些示例中，送丝器12可以被配置用于使焊丝42的方向反转(即，双向送丝器)。此外，尽管描述为利用两个送丝器和/或送丝器电机(例如，送丝器电机46和53)操作，但是该系统可以利用单个送丝单元操作，以在焊接操作(例如，零件78成形)期间使丝前进和/或缩回。另外或可替代地，在一些示例中，一个送丝器可以被配置用于使焊丝42前进，而另一送丝器被配置用于使焊丝的方向反转。在该示例中，如本文公开的，一个或多个控制电路(例如，控制电路22、32)协调两个送丝器的操作以在焊接系统中实施受控短路焊接过程。

[0079] 在公开的示例中，控制电路(例如，控制电路22、32)接收反馈信号，该反馈信号与从一个或多个驱动辊47、54施加到丝42上的接触力相对应。然后，响应于接触力落在阈值接触力值的范围之外，控制电路命令致动器和/或机械装置调节接触力。例如，控制电路(例如，控制电路22、32)可以命令致动器以经由电机(例如，电机46)或相关联的离合器、螺线管、压电器件和/或其他机电装置来自动调节接触力。结果是调节从一个或多个驱动辊47、54施加到焊丝42上的接触力。例如，致动器和/或机械装置可导致驱动辊的位置发生变化，诸如增大或减小通过其送丝的多个驱动辊之间的距离。另外或可替代地，可以调节驱动辊的位置以改变驱动辊的表面上与丝接触的区域。

[0080] 也可以实施其他系统布置和输入方案。例如，焊丝可以从大容量存储容器(例如，滚筒)或从送丝器外部的一个或多个卷轴进给。类似地，焊丝可以从“卷轴枪”进给，在卷轴枪配置中，卷轴被安装在焊炬上或附近。如本文所述，送丝速度设置可以经由送丝器上的操作者输入34或电力供应器的操作者接口20或经由操作者输入34和操作者接口20两者被输入。在焊炬上具有送丝速度调节的系统中，这可以是针对这种设置使用的输入。

[0081] 尽管关于电弧焊接型系统进行了描述，但是公开的系统可以结合各种技术实施以进行各种类型的焊接过程。

[0082] 因此，如关于图1所描述的，焊接型系统100可以包括焊接型功率源10，该焊接型功率源被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率，例如以向送丝器12、机器人系统74中

的一个或多个供电，经由工具16执行电弧焊接等。送丝器12可以是被配置用于使丝42前进到工件18或从工件缩回的双向送丝器。传感器70测量一个或多个焊接过程参数，并将这种测量结果提供给控制器(例如，控制电路22、控制电路32，控制系统72等)，控制器例如响应于在焊接/增材制造操作期间一个或多个焊接过程参数超过与短路清除事件相对应的一个或多个阈值而对操作发出命令。

[0083] 图2展示了示例控制电路，该控制电路被配置用于在与图1展示的控制电路22类似的类型的系统中起作用。整个电路系统包括上文讨论的操作者接口20和接口电路系统28，以用于将参数传送至下游部件(通常由附图标记29表示)和从下游部件接收参数，这些下游部件诸如是送丝器12、焊炬16和各种传感器和/或致动器。该电路包括处理电路21(其本身可以包括一个或多个专用处理器或通用处理器)，该处理电路被配置用于执行焊接方案、对焊接方案中实施的波形进行计算等。处理电路21与驱动器电路23相联，该驱动器电路将来自处理的控制信号转换为驱动信号，该驱动信号被施加到功率转换电路24的功率电子开关。通常，驱动器电路23对来自处理电路21的控制信号作出反应，以允许功率转换电路24产生用于本文所公开类型的脉冲式焊接方案的受控波形。处理电路21还将与存储器电路系统25相关联，该存储器电路系统可以由一种或多种类型的永久数据存储设备和临时数据存储设备组成，该存储器电路系统诸如用于提供实施的焊接方案、存储焊接参数、存储焊接设置、存储错误日志等。

[0084] 图3展示了如本文所述的在短路事件的阶段期间的电流波形82和电压波形84的示例性图形表示80。例如，如本文所公开的，波形82和/或84可以由控制电路22和/或32产生以对来自焊接电力供应器12的功率输出发出命令。此外，这些命令可以由一个或多个远程计算平台产生，这些远程计算平台诸如经由一个或多个数据通道(例如，经由网络接口、联网计算机等)传送。

[0085] 如图所示，该过程从电弧事件到短路事件交替发生。因此，如图3展示的，在电压86和电流88下，该过程在时间t_1接近从前一电弧事件到短路事件的过渡。尽管在过渡阶段P1期间电流水平88被展示为与本底电流水平相对应，但是，可以根据需要调节电流(例如，以调整热输入)。当电极丝42与工件18接触时，电压如附图标记90所示迅速下降至低电压水平92。随着电压在过渡阶段(P1)期间下降，电弧事件过渡到短路事件，并且电流水平上升94到与中间短路阶段(P2)相关联的预定峰值电流水平96。

[0086] 另外，如图4描绘并且在下面进一步描述的，可以包括第二中间相(P2B)，在这种情况下，每个阶段都包括目标电流水平，诸如与第一中间阶段(P2A)相关联的第一峰值电流水平96和与第二中间阶段(P2B)相关联的第二峰值电流水平100。

[0087] 返回参考图3，从先前电流水平96开始的斜降时间(由附图标记102表示)可以由在目标电流水平之间过渡所需的时间来定义。因此，对一个或两个目标电流水平(例如，峰值电流、本底电流等)的调节会限制这两个电流水平之间的过渡的持续时间。另外或可替代地，斜降率102可以与功率源(例如，开关模式电力供应器)的一个或多个特性、(多个)线缆75的特性相对应，和/或可以由用户和/或定序器来调节。

[0088] 在中间阶段(P2)期间，短路事件进行到即将发生熔球转移的时间点。为了发生短路清除，在时间t_3与t_4之间，命令电流水平从峰值电流水平96降低到较低(例如，本底)电流水平104。同样，电流衰减率(表示为102)可能受到各种因素的限制。一旦达到本底电流水平

104,就在短路事件的结束阶段(P3)中发生短路清除。如本文所公开的,结束阶段的持续时间可以维持在小于预定值(例如1毫秒)的水平。这样的值可以被编程、由操作者设置、存储在存储器装置中、经由远程计算平台提供、由历史数据告知、或从另一合适的来源提供。在时间t_4,循环前进到电弧事件阶段,直到该循环重复。如图所示,电压水平以由附图标记108表示的斜坡率从低水平92增大到足以维持电弧的峰值电压水平110。

[0089] 如图3和图4所示,可以将低电压水平维持在单个水平(例如,低电压92),或者可以通过将电流水平控制为第二电压水平106或第三电压水平107来调节和/或实现低电压水平。如所展示的,图4的短路事件包括第一中间阶段(P2A)和第二中间阶段(P2B)。然而,根据本公开,可以采用单个中间阶段、或者三个或更多个中间阶段。此外,可以通过命令不同的电流水平来启动各个阶段之间的过渡,其中电压水平响应于电流命令。

[0090] 图4展示了如本文所述的在短路事件的阶段期间的电流波形82和电压波形84的图形表示80。如图所示,该过程是循环性的,并且在时间t_1从电弧事件过渡到短路事件,并且在时间t_5从短路事件过渡到电弧事件。因此,在电压86和电流88下,该过程接近从图4所示的前一电弧事件到短路事件的过渡。当电极与工件接触时,电压迅速下降(如附图标记90所示)至低电压水平92。如图所示,随着电弧事件过渡到短路事件,电压在过渡阶段(P1)期间下降。电流水平上升94到与第一中间短路阶段(P2A)相关联的预定峰值电流水平96。另外,可以包括第二中间阶段(P2B)。如本文所述,每个阶段包括目标电流水平,诸如与第二中间阶段(P2B)相关联的第二峰值电流水平100。从第一峰值电流水平96到第二峰值电流水平100的过渡(表示为附图标记98)之间的时间可能受到目标电流水平之间的差异的限制。因此,对一个或两个目标电流水平(例如,第一峰值电流、第二峰值电流、本底电流等)的调节可以限制任何两个电流水平之间的过渡的持续时间。另外或可替代地,斜降率98、102可以与功率源的一个或多个特性、线缆的特性相对应,和/或可以由用户和/或定序器来调节。

[0091] 在中间阶段(P2A-B)期间,短路事件进行到即将发生熔球转移的时间点。为了在较低电流水平下发生短路清除,电流水平从第二峰值电流水平100降低到较低(例如,本底)电流水平104。同样,电流衰减率(表示为102)可能受到各种因素的限制。一旦达到本底电流水平104,短路清除就在结束阶段P3之后在时间t_5发信号通知短路事件完成。循环前进到电弧事件阶段,直到该循环重复。如图所示,电压水平从低水平增大108到足以维持电弧的峰值电压水平110。

[0092] 图5展示了如本文所述的在循环性焊接过程期间的电弧事件的阶段期间的电流波形82和电压波形84的图形表示120。如图所示,过程在时间t_1从短路事件过渡到电弧事件,并且在时间t_5从电弧事件过渡到短路事件。因此,在电压122和电流124下,该过程接近从前一短路事件到图5所示的电弧事件的过渡。当电极从工件缩回时,电压随着电弧被引燃而迅速增大(如附图标记126所示)到第二电压水平128。如图所示,随着短路事件过渡到电弧事件,电压在电弧过渡阶段(AP1)期间升高。

[0093] 命令电流水平上升130到与第一电弧中间阶段(AP2A)相关联的第一峰值电流水平132。另外,可以包括第二电弧中间阶段(AP2B)。如本文所述,每个阶段包括目标电流水平,诸如与第二电弧中间阶段(AP2B)相关联的第一峰值电流水平132和第二峰值电流水平134。从第一峰值电流水平132到第二峰值电流水平134的过渡(用附图标记136表示)之间的时间可能受到不同目标电流水平之间的差异的限制。因此,对一个或两个目标电流水平(例如,

第一峰值电流、第二峰值电流、本底电流等)的调节会限制任何两个电流水平之间的过渡的持续时间。另外或可替代地,如本文所披露的,斜降率可以与功率源的一个或多个特性、线缆的特性相对应,和/或可以由用户和/或定序器来调节。

[0094] 在中间阶段(P2A-B)期间,电弧事件进行到即将发生短路的时间点。在进入短路阶段之前,电流水平从第二峰值电流水平134减小到较低(例如,本底)电流水平138。同样,电流衰减率(表示为140)可能受到各种因素的限制。一旦达到本底电流水平138,电弧事件在t_5结束,表明进入了短路事件。循环前进到短路事件阶段,直到该循环重复。如图所示,电压水平可以在电弧事件阶段期间响应于命令/目标电流水平,并且最终在短路开始时从电弧结束阶段AP3中的电压水平(例如,电压128或响应电压水平)减小到低电压水平(例如电压122)。另外或可替代地,类似于关于短路事件所描述的结束阶段,电弧结束阶段AP3的持续时间可以维持在小于预定值(例如1毫秒)的水平。如所展示的,图5的电弧事件包括第一电弧中间阶段(AP2A)和第二电弧中间阶段(AP2B)。然而,根据本公开,可以采用单个中间阶段、或者三个或更多个中间阶段。

[0095] 图6是被配置用于产生用于电弧焊接过程的输出功率的焊接型电力供应器的方法600。在框622中,控制器(例如,控制电路22、32)被配置用于计算多个电弧事件的代表性持续时间。例如,类似于短路事件,每个电弧事件都包括过渡阶段、中间阶段和结束阶段。在框624中,(例如,经由一个或多个传感器70)监测电弧焊接过程的一个或多个特性。

[0096] 在框626中,基于来自传感器的数据,控制器计算电弧事件的过渡阶段的持续时间、中间阶段的持续时间、以及从中间阶段的目标电流到结束阶段的目标电流的斜降时间的持续时间的总和。在框628中,控制器比较计算出的持续时间总和(和/或每个单独的阶段持续时间),并将前述总和与代表性持续时间(和/或每个单独阶段的代表性持续时间)进行比较。如果前述总和不大于代表性持续时间,则过程返回框624以继续监测电弧焊接过程的特性。

[0097] 如果前述总和大于代表性持续时间,则过程进行到框630,在该框处,控制器调节过渡阶段、中间阶段或斜降时间之一的持续时间,使得前述总和在代表性持续时间的阈值范围内。结果,短路事件被计算为以预定电流水平开始,该预定电流水平被选择为控制与短路清除事件相关联的时序和能量水平。

[0098] 可以用硬件、软件和/或硬件和软件的组合来实现本方法和系统。示例实施方式例包括专用集成电路和/或可编程控制电路。

[0099] 如本文所使用的,术语“电路”和“电路系统”是指物理电子部件(即,硬件)以及可以配置硬件、由硬件执行和/或以其他方式与硬件相关联的任何软件和/或固件(“代码”)。如本文所使用的,例如,特定的处理器和存储器在执行第一一行或多行代码时可以构成第一“电路”,而在执行第二一行或多行代码时可以构成第二“电路”。如本文所使用的,“和/或”是指由“和/或”结合在一起的列表中的任何一个项或多个项。例如,“x和/或y”是指三元素集{(x),(y),(x,y)}中的任何元素。换句话说,“x和/或y”是指“x和y之一或两者”。作为另一示例,“x、y和/或z”是指七元素集{(x),(y),(z),(x,y),(x,z),(y,z),(x,y,z)}中的任何元素。换句话说,“x、y和/或z”是指“x、y和z中的一个或多个”。如本文所使用的,术语“示例性”是指用作非限制性示例、实例或说明。如本文所使用的,术语“如”和“例如”给出一个或多个非限制性示例、实例或说明的列表。如本文所使用的,当电路系统包括执行某一功能所

必需的硬件和代码(如果有必要)时,电路系统“可操作”以执行该功能,而不管该功能的执行是被禁用还是被启用(例如,通过用户可配置的设置、出厂调节等)。

[0100] 尽管已经参考某些实施方式描述了本方法和/或系统,但是本领域技术人员将理解,在不脱离本方法和/或系统的范围的情况下,可以进行各种改变并且可以替换等同物。例如,所公开示例的框和/或部件可以被组合、划分、重新布置和/或以其他方式修改。另外,在不脱离本公开的范围的情况下,可以做出许多修改以使特定情况或材料适应本公开的教导。因此,本方法和/或系统不限于所公开的特定实施方式。相反,本方法和/或系统将包括无论是从字面上还是在等同物原则下都落入所附权利要求范围内的所有实施方式。

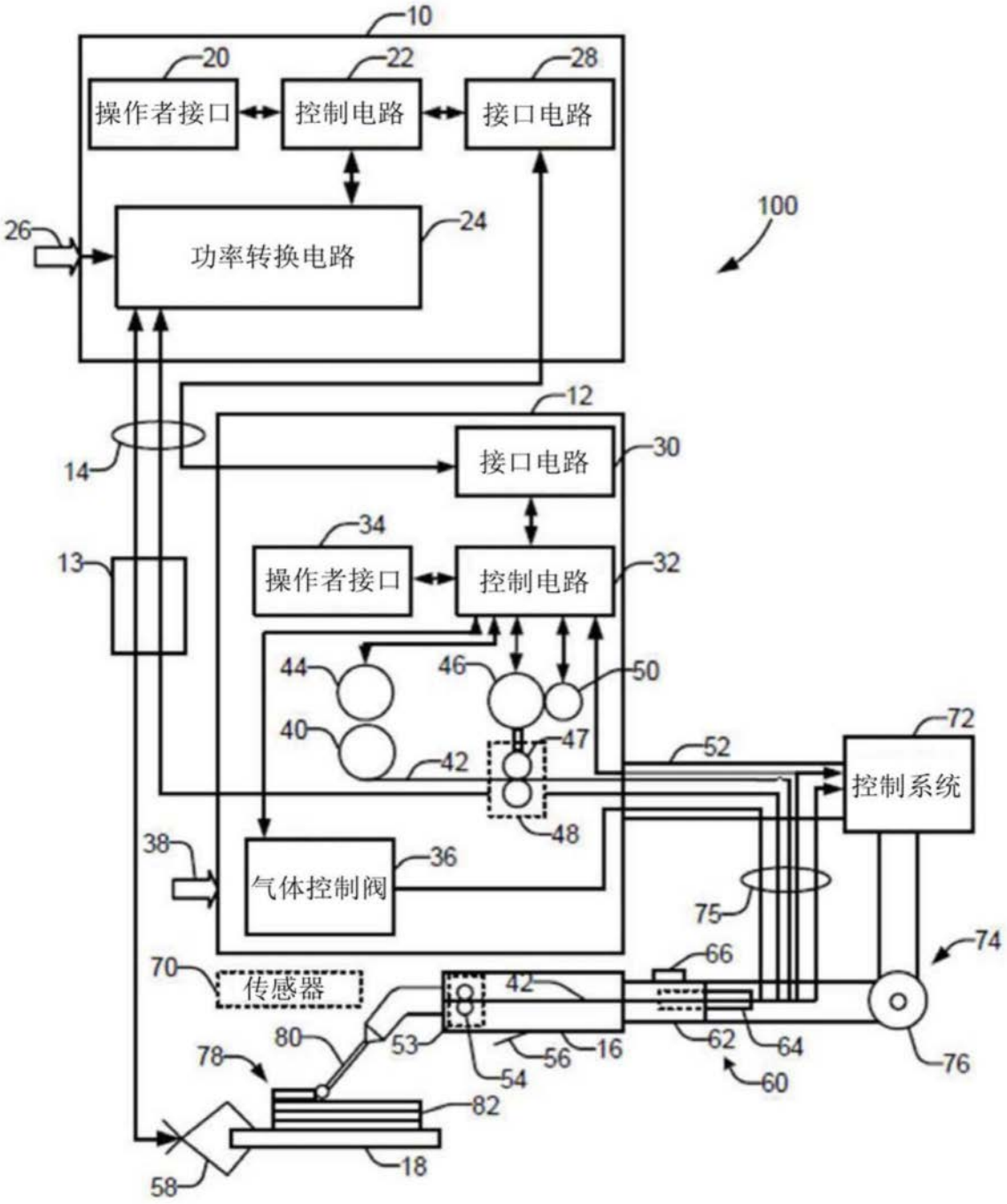

10
20
操作者接口
22
控制电路
28
接口电路
26
功率转换电路
24
100
12
14
接口电路
30
34
操作者接口
13
控制电路
32
44
46
50
40
47
42
52
72
控制系统
48
38
气体控制阀
36
75
74
70
传感器
42
66
80
53
56
16
62
64
78
54
60
76
82
18
58

图1

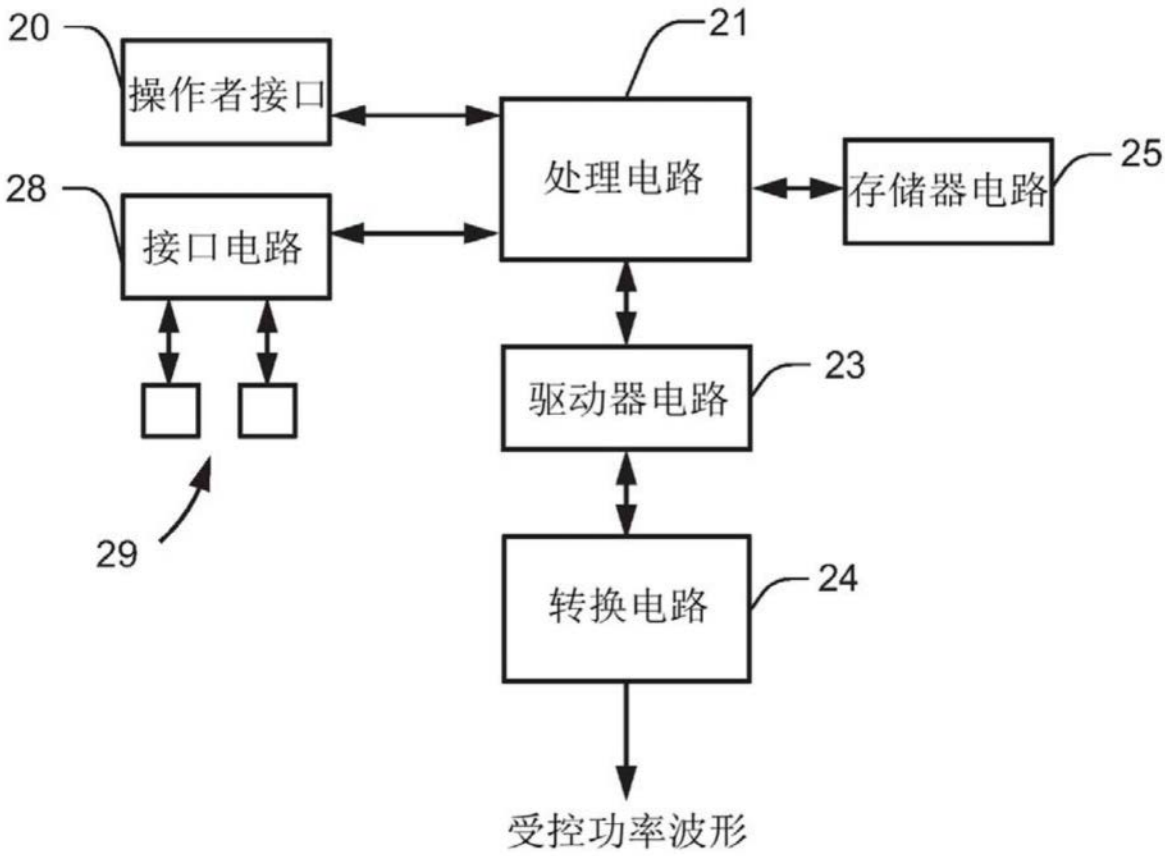


图2

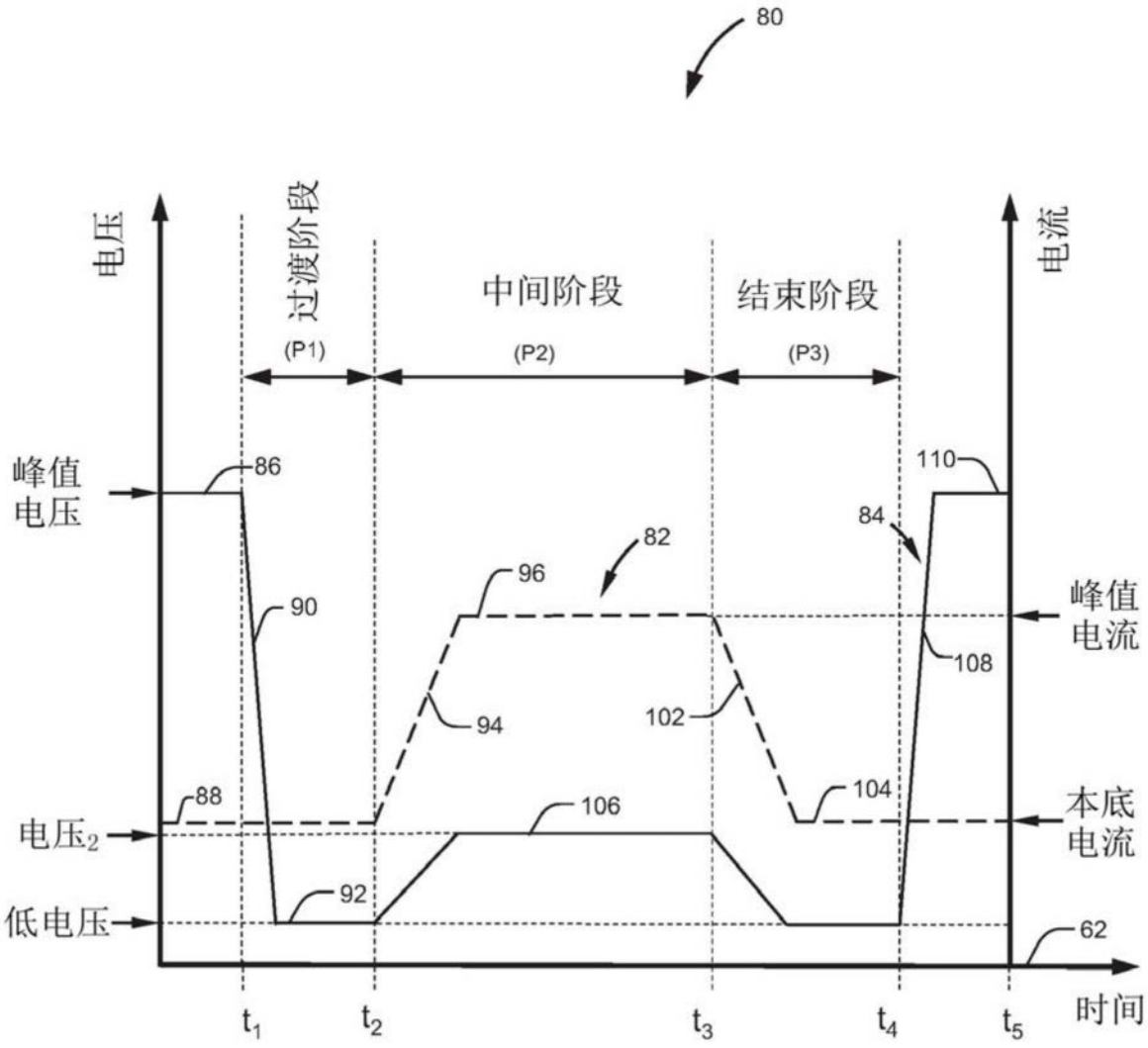

80
电压
过渡阶段
(P1)
中间阶段
(P2)
结束阶段
(P3)
电流
峰值
电压
86
90
82
96
94
88
电压2
92
低电压
106
102
104
110
84
108
峰值
电流
本底
电流
62
时间
t1
t2
t3
t4
t5

图3

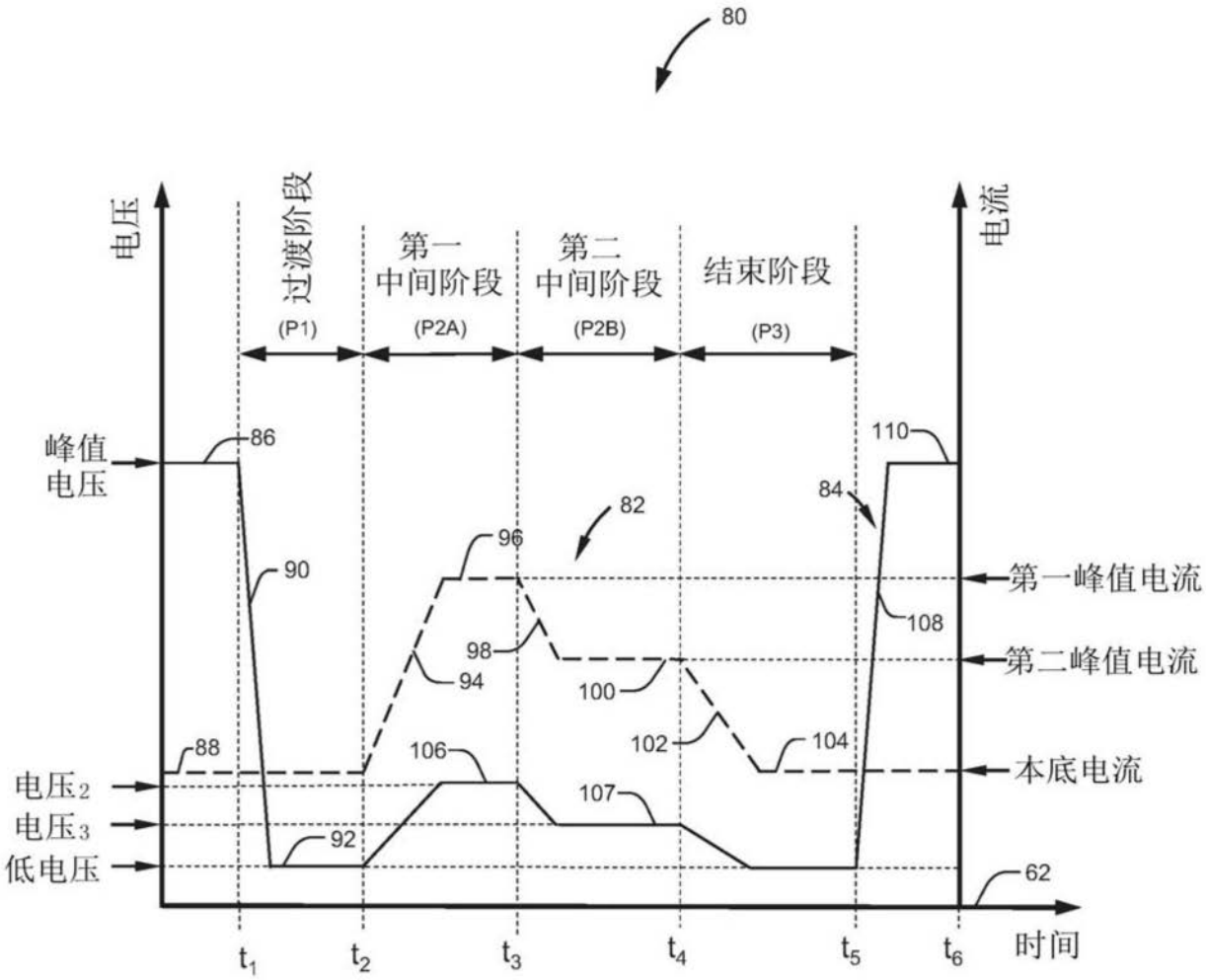

80
电压
过渡阶段
(P1)
第一
中间阶段
(P2A)
第二
中间阶段
(P2B)
结束阶段
(P3)
电流
峰值
电压
86
90
82
96
94
98
100
84
110
108
第一峰值电流
第二峰值电流
88
106
102
104
本底电流
电压2
电压3
低电压
92
107
62
t1
t2
t3
t4
t5
t6
时间

图4

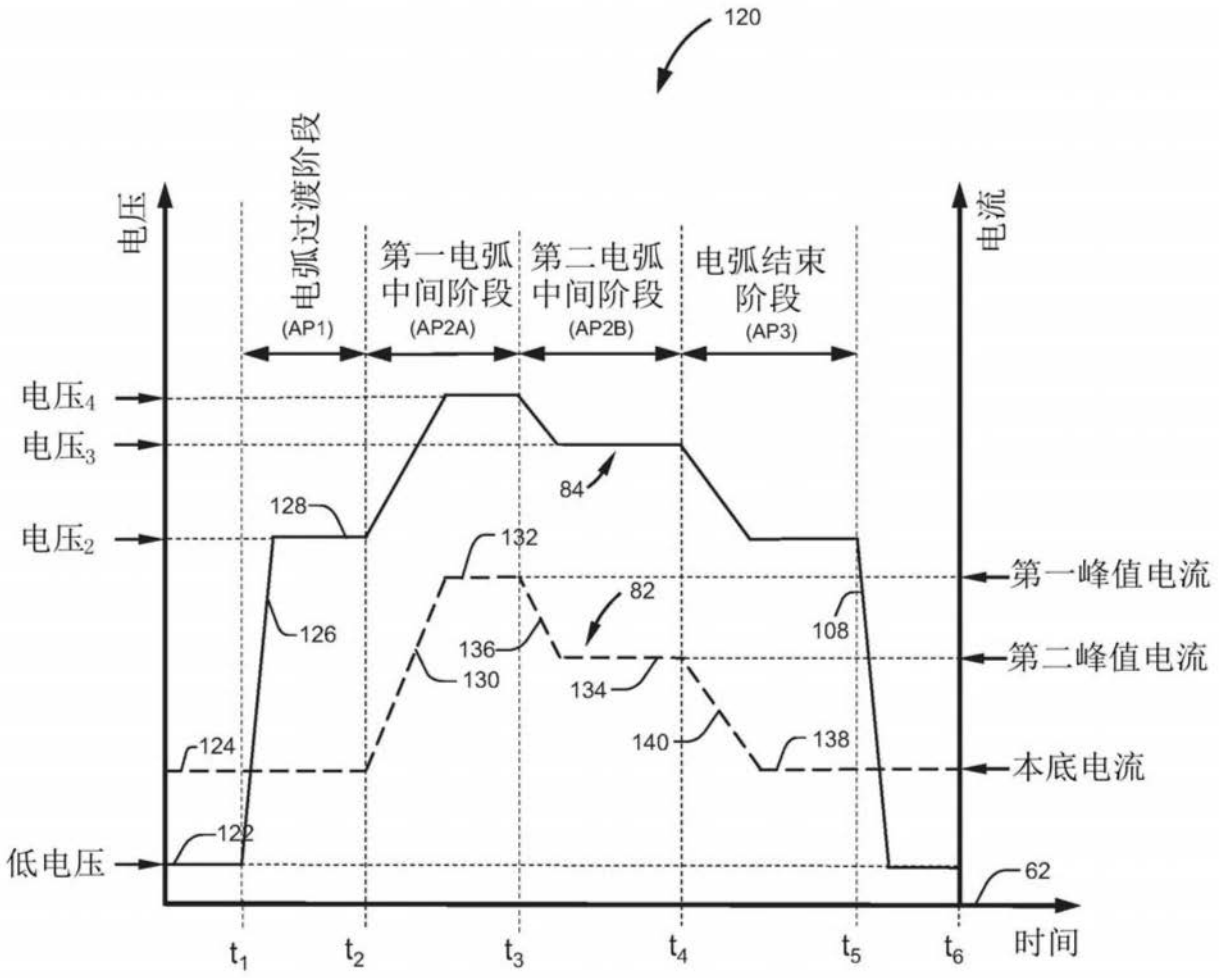

120
电压
电流
电弧过渡阶段
(AP1)
第一电弧
中间阶段
(AP2A)
第二电弧
中间阶段
(AP2B)
电弧结束
阶段
(AP3)
电压4
电压3
电压2
低电压
128
126
132
130
84
82
136
134
140
108
138
124
122
62
第一峰值电流
第二峰值电流
本底电流
t1
t2
t3
t4
t5
t6
时间

图5

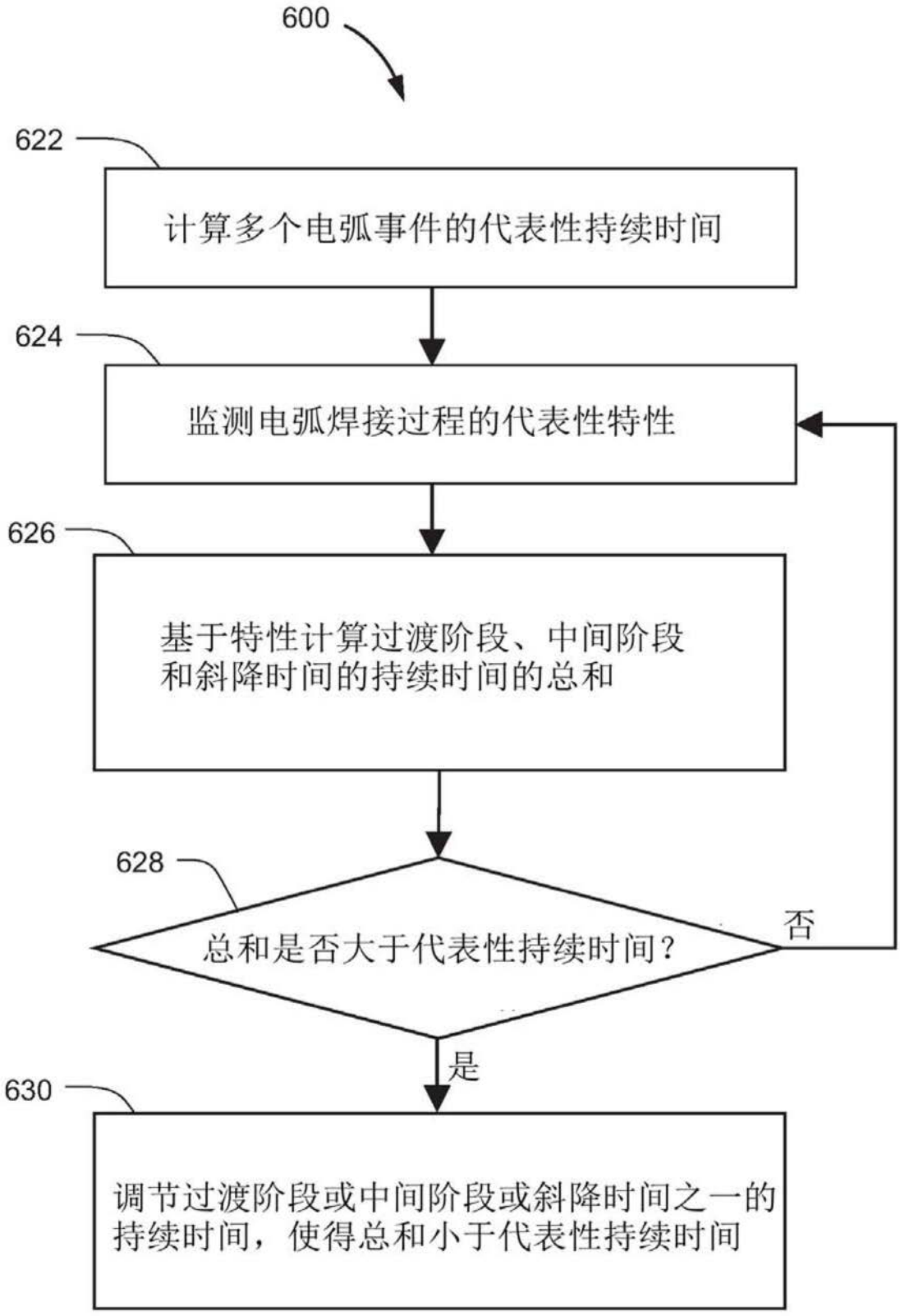

600
622
计算多个电弧事件的代表性持续时间
624
监测电弧焊接过程的代表性特性
626
基于特性计算过渡阶段、中间阶段
和斜降时间的持续时间的总和
628
总和是否大于代表性持续时间？
否
是
630
调节过渡阶段或中间阶段或斜降时间之一的
持续时间，使得总和小于代表性持续时间

图6