



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105209205 B

(45)授权公告日 2018.08.14

(21)申请号 201480027990.6

(22)申请日 2014.03.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105209205 A

(43)申请公布日 2015.12.30

(30)优先权数据
13/833,836 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.11.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/000325 2014.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/140748 EN 2014.09.18

(73)专利权人 林肯环球股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·B·亨利 S·R·彼得斯

(74)专利代理机构 北京嘉和天工知识产权代理
事务所(普通合伙) 11269
代理人 严慎

(51)Int.Cl.
B23K 9/09(2006.01)
B23K 9/095(2006.01)
B23K 9/10(2006.01)
B23K 9/173(2006.01)

(56)对比文件
US 2006/0226131 A1,2006.10.12,说明书
第7页第3段至第16页第1段及附图1-11.
EP 1439021 A2,2004.07.21,全文.
US 2012/0097656 A1,2012.04.26,全文.

审查员 王妍

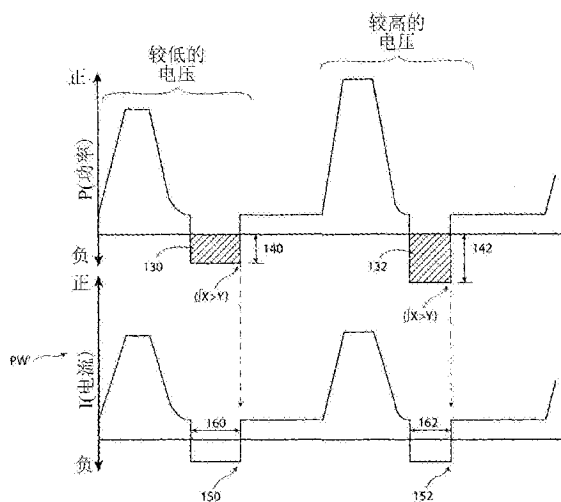
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

具有恒定的熔滴尺寸的可变极性脉冲

(57)摘要

一种电弧焊机(A),所述电弧焊机(A)包括高速开关电源供应器(10),所述高速开关电源供应器(10)具有控制器(60),用于创建通过在工件(W)和朝所述工件(W)推进的焊丝(20)之间的空隙(g)的具有负极性分量的高频电流脉冲。在焊接循环的负极性部分(120)期间熔融金属熔滴(D)被快速创建。焊接控制包括积分在负极性部分(120)期间的参数以确定在焊丝(W)处何时已经生成期望的量的能量。该能量与用于一致的熔滴转移到工件(W)的期望的熔滴(D)尺寸相关联。



1. 一种电弧焊机 (A), 所述电弧焊机 (A) 包括:
高速开关电源供应器 (10), 所述高速开关电源供应器 (10) 被配置来创建通过在工件 (W) 和朝所述工件 (W) 推进的焊丝 (20) 之间的空隙 (g) 的高频脉冲; 以及
波形发生器 (80), 所述波形发生器 (80) 限定所述高频脉冲的形状以及所述高频脉冲的极性,
其中所述波形发生器 (80) 被配置来:
开始脉冲波的负极性部分,
通过仅积分在所述负极性部分期间跨所述空隙测量的电压确定在所述负极性部分期间的积分电压值,
比较所述积分电压值与阈值, 以及
当所述积分电压值达到所述阈值时, 结束所述负极性部分。
2. 如权利要求1所述的电弧焊机, 其中所述波形发生器 (80) 被进一步配置来:
确定在所述负极性部分期间所述脉冲波的功率。
3. 如权利要求2所述的电弧焊机, 其中所述波形发生器 (80) 被进一步配置来:
基于测量的所述电压确定所述功率。
4. 如权利要求1所述的电弧焊机, 其中所述波形发生器被进一步配置来:
确定在所述负极性部分期间脉冲波的功率; 以及
比较所述功率与第二阈值, 其中所述第二阈值与丝熔滴尺寸相关联。
5. 如权利要求1所述的电弧焊机, 其中第一脉冲循环的第一负极性部分的第一持续时间不同于第二脉冲循环的第二负极性部分的第二持续时间。
6. 如权利要求1所述的电弧焊机, 进一步包括响应于所述波形发生器 (80) 的可变极性开关 (16), 以控制所述高频脉冲的所述极性。
7. 如权利要求1所述的电弧焊机, 进一步包括丝送进器 (30), 所述丝送进器 (30) 送进朝所述工件 (W) 推进的所述焊丝 (20), 其中所述丝送进器 (30) 响应于所述波形发生器 (80) 以协调丝送进速率与所述高频脉冲。
8. 如权利要求2所述的电弧焊机, 其中所述负极性部分包括负电流分量。
9. 如权利要求2所述的电弧焊机, 其中所述负极性部分包括电压分量。

具有恒定的熔滴尺寸的可变极性脉冲

[0001] 本发明涉及使用气体保护金属极电弧焊 (GMAW) 工艺的电弧焊技术,更特别地,涉及创建高频脉冲串来形成一系列构成焊接加工的焊接循环的GMAW电弧焊机。再更特别地,本发明涉及分别根据权利要求1和8的序言的一种电弧焊机以及使用所述电弧焊机的方法。

[0002] 通过引用的并入

[0003] 下面的专利包括涉及当前申请主题的信息,并且还通过引用被整体并入本文:2011年11月9日递交的美国序列号13/293,103;2011年11月9日递交的美国序列号13/293,112;2012年7月6日递交的美国序列号13/543,545;2012年7月20日递交的美国序列号13/554,744;2012年9月24日递交的美国序列号13/625,188;以及2013年3月7日递交的美国序列号13/788,486。

[0004] 发明背景

[0005] 在电弧焊接中,普及的焊接工艺是脉冲焊接,所述脉冲焊接主要使用固体丝电极与外保护气体。气体保护金属极电弧焊接 (GMAW),诸如金属极惰性气体保护 (MIG) 焊接,使用间隔的脉冲,所述间隔的脉冲首先熔化推进的丝电极的端部并且随后将熔融的金属从丝的端部推动通过弧到工件。在脉冲焊接工艺的每个脉冲周期期间,熔融金属或熔滴的球状团被转移。

发明内容

[0006] 交流电流 (AC) 焊接可以包括在脉冲波形中的负极性部分期间的负电流。负极性部分可以非常快速地在丝的端部上建立熔融熔滴并且可以难以控制。因为适应性控制方法典型地着眼于波形的长期运行平均,而不管极性,任何特定的熔滴的尺寸可以针对各个循环改变。跟随着熔滴的形成的脉冲峰值必须足够大以转移期望的可能最大的熔滴,即使实际的熔滴较小。该状况可以导致不一致的熔滴转移,例如,具有溅射、差的外观和过热。

[0007] 在一个实施方案中,电弧焊机包括高速开关电源供应器,所述高速开关电源供应器具有控制器,用于创建通过在工件和朝所述工件推进的焊丝之间的空隙的高频脉冲,波形发生器,所述波形发生器限定所述高频脉冲的形状以及所述高频脉冲的极性,并且其中所述波形发生器感测来自通过所述空隙的弧的反馈,并且当所述反馈的函数达到预先确定的值时,结束负极性部分。

[0008] 本发明的进一步的实施方案、特征和优点在随后的说明书、附图和权利要求书中给出。本发明的说明不以任何方式或权利要求书或发明的范围来限制权利要求书中使用的词语。权利要求书中使用的词语具有其全部的普通含义。

[0009] 附图简要说明

[0010] 在被并入说明书并且构成说明书的一部分的附图中,本发明的实施方案与上面给出的发明的一般描述一起被图示说明,并且下面给出的详细的说明用来例示本发明的实施方案。

[0011] 图1是针对用于执行本发明实施方案的示例性焊机的示例性组合框图和系统架构;

[0012] 图2是本发明实施方案中的示例性马达控制器的示例性电路图;

[0013] 图3A是本发明实施方案的示例性可变极性开关的示例性电路图;

[0014] 图3B是本发明的实施方案中的另一个示例性可变极性开关的另一个示例性电路图;

- [0015] 图4是示出正极性效应和负极性效应的示例性焊接电弧的图；
- [0016] 图5是图示说明随同示例性熔滴 (droplet) 状态的高频脉冲和负极性分量的电流图；
- [0017] 图6是图示说明高频脉冲和负极性分量的示例性功率图和电流图；
- [0018] 图7是图示说明在本发明示例性实施方案中使用的高频脉冲和负极性分量的示例性特征的示例性电流图；
- [0019] 图8是获取具有示例性特征的示例性高频脉冲 (包括负极性分量) 的示例性逻辑图和流程图；
- [0020] 图9是确定示例性负极性分量的端部的示例性逻辑图和流程图；
- [0021] 图10是确定示例性负极性分量的端部的另一个示例性逻辑图和流程图；
- [0022] 图11是针对用于执行本发明实施方案的示例性焊机的另一个示例性组合框图和系统架构；
- [0023] 图12是示出合并示例性工作点的示例性波的示例性组合框图；
- [0024] 图13是包括工作点的示例性查找表；
- [0025] 图14是图示说明示例性短路和随后的负极性分量的示例性波形图；以及
- [0026] 图15是图示说明另一个示例性短路和另一个随后的负极性分量的另一个示例性波形图。

具体实施方式

- [0027] 现在参照附图,附图仅为图示说明本发明的示例性实施方案的目的,而不是为限制本发明的示例性实施方案的目的,图1公开具有一般地标准配置的示例性焊机A,焊机A包括诸如逆变器或降压变换器的高速开关电源供应器10,高速开关电源供应器10具有通过可变极性开关16的方式将电流脉冲引导到电极E的输入整流器12和输出变压器14。在该实施方案中,电源供应器调节脉冲的电流。然而,在其他实施方案中,电压或者电压和电流的组合可以被调节来限定高频脉冲。示例性可变极性开关16在下面与图3A相联系被更详细地描述。电极E包括诸如铝丝的丝20,所述丝20来自线轴或卷筒22并且通过马达32的动作由送进器30朝工件W推进。马达32由马达控制器31控制。示例性的马达控制器在图2中被示出,其中脉冲宽度调制器 (PWM) 34在反馈转速器 (tachometer, TACH) 36和运算放大器40的引导下控制马达32的速率并且因此送进器30的速率,所述运算放大器40用于将来自转速器36的输入42与以在线44上的水平的形式的命令丝送进速率 (WFS) 信号相比较。其他马达控制器31也可以被使用。
- [0028] 回头参照图1,由于铝电极或丝E朝工件W推进,通过可以包括脉冲峰、本底电流和负极性电流的一系列电流脉冲,电弧跨空隙g被创建。
- [0029] 现在参照示例性的电源供应器,逆变器阶段包括开关型逆变器10,开关型逆变器10被提供有来自三相电压源L1-L3的电源,三相电压源L1-L3根据当地线频率具有50Hz或60Hz的频率。AC输入电压被整流器12整流以提供被引导到逆变器10的输入的DC链接11。输出,或逆变器10的负载是具有初级绕组15a和次级绕组15b的变压器14,所述初级绕组15a和次级绕组15b具有连接到工件W的中心抽头17。次级绕组15b被引导到可变极性开关16,以创建连接到电极E和工件W的输出线24、26。
- [0030] 可变极性开关16可以是能够在输出线24、26处开关极性信号的任何开关装置,诸如通过引用以其全部被并入的美国序列号13/788,486中描述的那些开关装置。例如,图3A

示出具有正整流器电路28的示例性可变极性开关16,正整流器电路28具有创建正输出端子38和负输出端子46的二极管D1、D2、D3和D4,正输出端子38和负输出端子46连接到输出开关网络48。输出开关网络48可以包括两个晶体管型开关SW1和SW2,所述开关通常以绝缘栅双极晶体管(IGBTs)的形式,所述开关可以根据基极线55、56上的逻辑而被开启或关闭。为了耗散当开关SW1、SW2被关闭时的高电压,缓冲器(snubber,SN)网络57、58跨开关SW1、SW2被连接。还可以使用其他配置的开关网络,诸如,例如,如图3B中示出并在下面讨论的开关网络48'。网络48可以被用于基本上超过200安培的脉动的高焊接电流。单输出感应器被分为正脉冲区(section)74和负脉冲区76。以这种方式,AC电流在连接到电极E和工件W的输出线24、26中被创建。通过接连地交替基极控制线55、56上的逻辑,高频的交替的电流被施加于包括电极E和工件W的焊接电路。AC频率由逻辑在基极控制线55、56上交替的频率确定。这些线上的逻辑可以由在例如波形发生器或波成形器80中的微处理器处理的软件程序或子程序来生成,在下面被更详细地描述。

[0031] 图3B示出使用全波桥(full wave bridge)的另一个示例性可变极性开关16'。输出开关网络48'可以包括四个晶体管型开关SW1、SW2、SW3和SW4,所述开关可以根据基极线55、56上的逻辑而被开启或关闭。当SW1和SW2被开启时,电极E是正的;当SW3和SW4被开启时,电极E是负的。网络48'还可以被用于基本上超过200安培的脉动的高焊接电流。以这种方式,AC电流在连接到电极E和工件W的输出线24、26中被创建。通过接连地交替基极控制线55、56上的逻辑,交替的电流被施加于包括电极E和工件W的焊接电路。AC频率由逻辑在基极控制线55、56上交替的频率确定。这些线上的逻辑可以由在例如波形发生器或波成形器80中的微处理器处理的软件程序或子程序来生成,在下面被更详细地描述。

[0032] 回头参照图1,电弧电流被传感器52读取以在表征电弧电流 I_a 的线52a中创建电压信号。以相似的方法,电弧电压被传感器54感测以在表征电弧电压 V_a 的线54a上创建电压信号。依照标准惯例,处理装置,诸如控制器60和波成形器或发生器80呈现的那些处理装置,被连接到电源供应器10,以依照反馈电流 I_a 和/或电压 V_a 来创建脉冲。例如,控制器60可以包括由振荡器(oscillator)驱动的脉冲宽度调制器,所述振荡器具有超过100kHz的频率。脉冲宽度调制器在振荡器的每个输出期间可以产生电流脉冲。脉冲宽度确定电流脉冲的幅度。焊接循环期间的电流水平包括许多来自脉冲宽度调制器的脉冲。

[0033] 如到目前为止所描述的,示例性焊机A是具有控制电流脉冲的波形的控制器60和波成形器80,以及控制开关和极性的波成形器80和可变极性开关16的焊机,二者有助于限定在空隙g处的焊接循环,所述焊接循环创建焊接电弧。控制器60从波成形器80接收线70上的指令信号。线70上的电压确定焊接过程的电流脉冲的轮廓(profile)、形状(shape)和/或等高线(contour)。该配置已经被,例如,来自林肯电气公司(The Lincoln Electric Company)的Power Wave牌焊机,并且具体地,例如Power Wave S350、S500、R350、R500、Super Glaze、Super Arc和Blue Max焊机所普及。

[0034] 依照本发明,波成形器80控制线70上的信号,以成形在焊接工艺中使用的高频脉冲。如图8中示出(并且在下面更详细地描述)的控制逻辑90重复地启动逻辑、软件,或者创建重复的焊接循环的程序。在一些实施方案中,波成形器80可以包括控制逻辑90以及创建期望波形的任何其他逻辑。如上面所描述的,为了创建施加到跨电极E和工件W的焊接电路的高频的交替的电流,波成形器80控制控制线55、56上的逻辑以创建交替的极性电流。同

样,如上面提到的,在多种实施方案中,高频脉冲可以由电流、电压,或者电流和电压的组合,包括非线性组合来调节。

[0035] 在正负之间改变脉冲部分的极性可以允许对焊接期间创建的热量的更大控制。由正极性电流和负极性电流创建的电弧在焊接期间表现出若干不同,因为阴极和阳极的行为和特性不相同。具体地,在焊接期间,在阴极处生成的热量和在阳极处生成的热量是显著地不同的。当电流的极性被反转(例如,从正切换到负或从负切换到正)时,阳极和阴极被互换,这引起这些区域的加热特性反转。

[0036] 图4是示例性焊接弧的图,所述图突出在焊接波形或脉冲波的正极性部分期间和负极性部分期间的示例性弧之间的一些差异。一般而言,虽然焊接总是向工件W添加热量,焊机循环的负极性部分比正极性部分向工件W的熔池添加更少的热量。在正极性部分期间,弧111跨熔池112分布,加热宽的区域。在正电极E侧,弧111被集中在熔滴(droplet)113的底部。电流流动通过熔滴113并且其相关联的磁性箍缩力作用在液体熔滴113上,因此最终将熔滴从电极E拉到工件W。然而,负极部分期间,弧115被集中在熔池116的中心,允许边缘冷却下来并且开始凝固。在负电极E侧上,弧115覆盖多得多的电极E端部,加热大的熔融金属熔滴117。以这种方式,很多电流不流动通过熔滴117,并且其相关联的箍缩力不被施加于液体熔滴117,因此熔滴117悬挂在电极E的端部变得更大。这种大的液体熔滴117借助下一个正极性脉冲峰值被转移到工件W。

[0037] 由于热量在电极E中被累积,负极性增加电极E的熔化率,这还允许焊接熔池冷却下来。因此,当电流具有正极性时,热量的大部分被耗散或吸收进入工件W的焊接熔池。当电流具有负极性时,更多的热量被耗散或吸收进入电极E,而少得多的热量被耗散进入工件W的焊接熔池。

[0038] 图5描绘根据本发明的示例性实施方案的示例性脉冲波PW。具体地,图5示出具有负极性分量120的简化的焊接波形或脉冲波PW,随同电极E熔滴形成和沉积到工件W上的各个阶段(标成罗马数字I-VI)的图。图5示出脉冲波PW的完整的焊接循环,其中波形循环具有峰值脉冲部分122、负极性部分120和本底部分124。在示出的实施方案中,峰值脉冲部分122是波形循环具有针对脉冲波PW循环的最大电流水平的部分,并且典型地表征脉冲波PW的熔滴转移部分。在典型的脉冲焊接波形中,峰值部分122和本底部分124可以被组合,以至于波形仅在峰值脉冲部分122和本底部分124之间交替。在这样的实施方案中,本底部分124被使用来在峰值部分122之前开始电极E的熔化以形成熔融熔滴。在这些实施方案中,电极E的端部开始形成相对小的熔滴。少量的初始熔化在一些焊接应用中可以是不利的。进而,在峰值脉冲部分122之前的电极E的端部的电流的增加(以增加熔化)可以是不符合期望的,因为在该工艺期间,附加的能量和热量最终输入到工件W中。因此,本发明的实施方案采用,例如,在峰值脉冲部分122和本底部分124之间具有负极性部分120的电流脉冲波PW。为简单起见,附图中示出的实施方案利用电流调节,包括用于限定负极性部分120、峰值脉冲部分122和本底部分124。在其他的实施方案中,脉冲PW还可以用电压,或者电压和电流的组合来调节,以限定,包括,例如,负极性部分120、峰值脉冲部分122和本底部分124的脉冲波PW的部分。

[0039] 如图5示出的,示例性脉冲波PW包括在峰值脉冲部分122之后的负极性部分120。如在I中示出的,因为电流的流动是在相反(负的)方向上,弧A具有与在另一个极性(正的)期间不同的形状或轮廓。具体地,如上面关于图4提到的,具有负极性时,电流创建包络电极E

的更多,而不是被聚焦在电极E的端部的弧A。通过沿电极E向上延伸弧A,电极E的更多的表面区域被加热并且因此更多的热量被输入到电极E中,而不增加电流。因为这,电极E的端部的熔化被增加,并且在电极E的端部处大得多的熔融熔滴D被创建,如在II示出的。进一步,这个更大的熔滴D在这样的情况下被创建:1)不增加通过焊接电源供应器的能量使用;并且2)其中较少的热量被转移到工件W中。如在III和IV示出的,跟随着负极性部分120,本底部分124被执行,随后是峰值脉冲部分122。完整的脉冲峰值部分122将熔滴D有效地转移到工件W的影响,被以罗马数字IV到VI示出,在这之后,重复负极性部分120。罗马数字IV和V描绘在熔滴D转移到工件W期间作用在电极E上的箍缩力。采用具有负极性部分120的脉冲波PW的实施方案能够减少转移熔滴D需要的能量的量,增加每个脉冲循环从电极E转移的消耗的丝的量,和/或减少转移到工件W的热量的量。

[0040] 在其他的实施方案中,脉冲波PW的各个部分的顺序可以不同。例如,本底部分124可以在负极性部分120之前。进一步,要注意在本发明的一些示例性实施方案中,负极性部分120在时间上紧接在峰值脉冲部分122之后或者紧接在本底部分124之前是不必要的,而是间歇性电流部分可以被插入在这些部分之间。在这些实施方案中,该中间的电流部分可以是以本底部分124的电流水平并且可以具有相对短的持续时间。在其他的实施方案中,在该中间部分的电流水平可以低于本底部分124以允许电流极性的更好的切换。中间部分的持续时间可以是不会干扰熔滴D的创建和到工件W的转移的任意的持续时间。

[0041] 图5示出本发明的实施方案,其中在负极性部分120期间的电流的量值具有与本底部分124相同的量值,但是具有相反的极性。然而,在本发明的其他的示例性实施方案中,在负极性部分120期间的电流可以具有不同于本底部分124的量值的量值。

[0042] 另外,在图5中示出的示例性脉冲波PW被示出为具有负极性部分120,所述负极性部分120具有相同的持续时间T。负极性部分120可以在电极E的端部非常快速地建立熔滴D。不一致的持续时间T可以导致不一致的熔滴D尺寸,因为较多或较少的时间可以允许较多或较少的能量被电极E吸收,这直接影响所形成的熔滴D的尺寸,以及脉冲峰值122转移所述熔滴D的能力。在负极性部分120期间更多的能量被电极E吸收将导致更大的熔滴D。

[0043] 尽管图5中未示出,弧长度或电压方面的变化也可以影响在负极性部分120期间被电极E吸收的能量的量。即使在负极性部分120期间电流的量值和持续时间T被维持,电压方面的变化会导致熔滴D尺寸的变化。具体地,弧长度或者空隙g上的增加会导致电压上的升高,以维持通过弧的电流。与持续时间上的增加相似,在负极性部分120期间电压上的升高导致更多的能量被电极E吸收,以及更大的熔滴D。跟随着熔滴D的形成的峰值脉冲部分122必须足够大以转移期望的可能最大的熔滴D,即使实际的熔滴较小。不一致的熔滴D的尺寸导致不一致的熔滴转移,因为峰值脉冲部分122没有针对转移不同尺寸的熔滴被优化。适应性控制方法对于针对这些状况的调整是不充分的,因为所述方法典型地着眼于波形的长期运行平均,而任何特定的熔滴D的尺寸可以针对各个循环改变。

[0044] 已经确定熔滴D的尺寸直接正比于在负极性部分120期间被电极E吸收的能量。基于来自空隙g处的弧或者空隙g处的弧周围的反馈,在负极性部分120期间吸收的能量的量可以通过如下计算在负极性部分120期间的功率积分来确定:

[0045] \int [部分120期间的功率] =

[0046] \int [(部分120期间的电流)*(部分120期间的电压)]。

[0047] 关于图1的焊机,例如,针对空隙g处的弧周围的反馈,测量值 I_a 和 V_a (通过信号52a、54a)可用于波成形器80:

[0048] \int [部分120期间的功率]=

[0049] \int [部分120期间的 I_a*V_a]。

[0050] 计算在负极性部分120期间的功率积分允许焊机,例如,通过波成形器80,可靠地控制在脉冲波PW的负极性部分120期间所形成的熔滴D的尺寸,包括在弧长度或电压方面的变化期间。具体地,具有持续时间T的图5的负极性部分120可以被这样的控制系统替代,当如由在负极性部分期间的功率积分所确定的期望的能量已经被电极E吸收时,所述控制系统结束负极性部分。

[0051] 图6示出电流调节的实施方案和示例性功率图,随同脉冲波PW'的相关联的示例性电流图。如上面提到的,在其他的实施方案中,电压或者电压和电流的组合还可以被调节以限定脉冲波。功率图包括较低电压部分和较高电压部分,这可能是由于,例如,弧长度或者空隙g方面的变化造成的。如图6示出的,负极功率部分130、132分别具有不同的量值140、142。具体地,负极功率部分130与相对较低的电压相关联并且具有较低的功率量值140。相反,负极功率部分132与相对较高的电压相关联并且具有较高的功率量值142。因为功率在较高的电压部分期间具有较大的量值,通过在较高的电压部分期间更快地吸收能量,电极E上的熔滴D将形成得更快。

[0052] 通过积分波形的负极性部分期间的功率,电极E的能量吸收和熔滴D可以被确定和管理。为了保证即使在电压变化期间,所述熔滴D的尺寸仍被维持在期望的尺寸或者“设定值”,当已经达到期望的能量水平或者焦耳水平(例如,如通过积分功率测量的)时,负极性部分可以被停止。例如,与较高的电压相关联的负极性部分(例如,132)早于与较低的电压相关联的负极性部分(例如,130)被结束。参考图6:

[0053] X =以瓦特计量的功率(I_a*V_a);

[0054] $\int X$ =以瓦特计量的总能量*秒或焦耳;以及

[0055] Y =与期望的熔滴D的尺寸有关的以焦耳计量的期望的能量。

[0056] 如图6示出的,在负极性部分160、162的由于在这些部分期间电压方面的不同而不同的持续时间之后,实际能量水平 $\int X$ 达到期望的能量水平 Y 。当 $\int X$ 达到期望的能量水平 Y 时,在较低的电压部分期间的持续时间160之后,脉冲波PW'的负极性部分被停止在150处,并且在针对较高的电压部分的持续时间162之后,脉冲波PW'的负极性部分被停止在152处。因此,在较低的和较高的电压部分期间在电极E上形成的熔滴D将是相同的尺寸。以这种方式,当熔滴D已经到达期望的尺寸时,脉冲波PW'的负极性部分被停止,而不管电压(和电流)的变化。

[0057] 在其他的实施方案中,电压计算还可以被用来确定何时熔滴D已经达到期望的尺寸。例如,当电流已知时,可以使用电压的积分。

[0058] 在本发明的示例性实施方案中,负极性部分的持续时间可以在从,例如,100微秒-20微秒的范围。在其他的示例性实施方案中,负极性部分具有在,例如,焊接循环的0.3%至50%的范围中的持续时间。

[0059] 如图7中示出的脉冲波PW'电流图是通过使波成形器80控制具有电流调节的焊接循环实现的示例性实施方案。脉冲波PW'的特定的形状被图8中示出的控制逻辑90的波形特征限定。这些特征包括波形的正极性部分和负极性部分,这是通过利用经由控制线55、56

(上面讨论的)的可变极性开关16来实现的。在其他的实施方案中用电压调节,或者电流和电压的组合调节来获得类似的脉冲波。

[0060] 图7中示出的实施方案的脉冲110通过波成形器80以在20-400Hz范围内的频率被创建。例如,这种频率可以被选择以试图优化脉冲率与熔融铝的熔滴率。脉冲率有助于焊接的热量和焊接熔池中的热量。这两方面可以被协调。每个脉冲具有倾斜度受控制的斜坡上升部分110a、峰值电流 (I_{PEAK}) 110b (其对于全部示出的脉冲都是相同的)、峰值时间部分110c (是电流水平处在峰值的时间)、斜坡下降部分110d、用于负分量时间110h的负电流 (I_{NEG}) 部分以及本底电流 (I_{BACK}) 部分110e (当不被脉冲或负电流分量中断时,本底电流是恒定的)。斜坡上升时间110a包括在峰值时间110g中。虽然峰值电流110b、峰值时间110g以及周期110f保持相同,脉冲处在峰值电流 (I_{PEAK}) 110b的时间量由斜坡上升部分110a的倾斜度决定。虽然未在图7中示出,负极性分量的形状还可以包括各种与斜坡下降到负电流 (I_{NEG}) 的和自负电流斜坡上升相关联的倾斜度。此外,负极性部分可以被引进到脉冲波PW'中的任何位置。如上面讨论的,负部分的持续时间110h可以改变以补偿功率上的变化。图7示出不同的负部分时间110h、110h'以表征脉冲波PW'内的负部分时间的可变性。

[0061] 如图8中示出的,控制逻辑90被提供以创建图7的示例性脉冲波PW'。控制逻辑90可以被呈现为,例如,逻辑、软件或者子程序,并且可以利用数据表来限定其操作。例如,如下面与图13相联系更详细地描述的,工作点可以针对不同的指定的丝送进速率WFS (例如,限定脉冲波PW'的特征的) 被建立,所述工作点针对所述丝送进速率WFS被优化。各种其他的特征可以被用作任何特定的工作点的基础。逻辑可以以软件程序 (诸如,例如林肯电气的焊接开发 (Weld Development) 逻辑程序) 来呈现,这种逻辑程序是具体用于焊接的基于状态的逻辑树。与其他基于状态的程序相似,逻辑可以处于运行一功能的状态,比如说输出300安培的电流,直到条件核对变为真 (例如,峰值计时器 ≥ 2 毫秒),并且然后逻辑分支到下一个状态 (在条件核对中限定)。这些状态改变可以非常快地出现,将相对复杂的逻辑串在一起而不必将程序硬件化或改变PC主板。

[0062] 在图8中,示例性逻辑90被步骤124、126、128、129和130限定。如步骤124示出的,脉冲具有斜坡上升电流,所述斜坡上升电流具有在时间 t_{R1} 处终止的斜坡。如在步骤126示出的,然后峰值电流部分P1被执行直到时间 t_{P1} 。此后,如由步骤128示出的,存在以速率1的指数式衰减直到时间 t_{S1} 。如在步骤129示出的,然后负电流N1被执行直到 $\int X$ 到达期望的能量水平Y,其中X是在负电流N1期间以瓦特计量的功率 ($I_a * V_a$),并且Y是与熔滴D的尺寸有关的以焦耳计量的期望的能量。当 $\int X > Y$ 时的时间是 t_{N1} ,即,当负电流N1结束时。当如上面讨论的,例如,由于电压变化,循环达到期望的负能量(Y)所需要的时间改变时,时间 t_{N1} 可以针对各个循环改变。本底电流B1被维持直至时间 t_{B1} ,如框或步骤130表明的。例如, $t_{B1} = t_{PERIOD} - t_{R1} - t_{P1} - t_{S1} - t_{N1}$,即,在其他已经执行的脉冲参数后剩余的时间。如上面提到的,遍及图7中示出的焊接过程实施方案,本底电流被维持恒定。虽然框124、126、128、129和130以特定的排序被示出,以表征图7中示出的脉冲轮廓或脉冲波PW',由这些框表征的特征不被限制于这种顺序或配置。这些特征的许多其他组合可以被用来形成各种脉冲波PW和焊接循环轮廓。例如,框129和130可以被颠倒,以致由逻辑90创建的脉冲波PW在负电流N1之前采用本底电流B1。另外,其他的斜坡上升或者斜坡下降特征可以被整合到脉冲波PW中,例如,与负电流N1一起。

[0063] 如上面讨论的,可以使用各种计算确定何时负极性部分已经导致与期望的熔滴D

尺寸相关联的负能量水平(Y)。例如,当电流已知时,还可以使用电压积分。图9图示说明基于积分计算确定何时结束负极性部分或负电流N1的示例性逻辑300,所述逻辑300可以是,例如,如图8中示出的框129的子程序。在步骤302,负极性部分开始。如由步骤304示出的,在负电流N1期间,逻辑300计算测量的参数X的积分,所述积分指示有助于熔滴D的尺寸的能量。例如,如上面讨论的,X可以是已知电流期间的功率(在下面与图10相联系被更详细地具体讨论)或电压。在步骤306,逻辑300比较X的积分($\int X$)与预先确定的期望的能量值Y,所述预先确定的期望的能量值Y对应于与期望的熔滴D尺寸相关联的能量的量。如果 $\int X$ 仍没有达到Y,逻辑300在步骤304中继续计算 $\int X$,并且在步骤306中以循环(loop)的方式比较 $\int X$ 与Y,直至 $\int X$ 达到Y。当 $\int X$ 达到Y时,即,已经达到与期望的熔滴D尺寸相关联的期望的能量水平时,逻辑300结束正极性或负电流N1。

[0064] 在一个实施方案中,如上面讨论的,X是在负电流N1期间以瓦特计量的功率($I_a * V_a$)。图10图示说明基于功率积分计算确定何时结束负极性部分或负电流N1的示例性逻辑400,所述逻辑400可以是,例如,如图8中示出的框129的子程序。在步骤402,负极性部分开始。在步骤404,在负电流N1期间,逻辑400,例如,通过图1中示出的信号线54a测量电压(V_a)。在步骤406,逻辑400,例如,通过图1中示出的信号线54a测量电流(I_a)。在步骤408,逻辑400通过将电流和电压相乘($I_a * V_a$)计算功率X。如由步骤410示出的,逻辑400计算功率X的积分。在步骤412,逻辑400比较功率X的积分($\int X$)与预先确定的期望的能量值Y,所述预先确定的期望的能量值Y对应于与期望的熔滴D尺寸相关联的能量的量。如果 $\int X$ 仍没有达到Y,逻辑400在步骤404至410中继续测量电压 V_a ,测量电流 I_a ,计算功率X和计算 $\int X$,并且在步骤412中以循环的方式比较 $\int X$ 与Y,直至 $\int X$ 达到Y。当 $\int X$ 达到Y时,即,已经达到与期望的熔滴D尺寸相关联的期望的能量水平时,逻辑400结束正极性或负电流N1。

[0065] 本发明的进一步修改在图11中被图示说明,其中“协同(synergistic)”控制动作由波成形器210执行。由这一实施方案创建的脉冲可以与图7中示出的那些相同,但还可以包括其他波形或循环。如上面提到的,循环的脉冲包括当达到期望的能量水平时结束的负电流。前面描述的取得这种波形的电路被图示表征为框212,其中212可以包括查找表,所述查找表具有包括各种WFS参数的工作点(如,例如,图13中示出并且在下面更详细地描述的)。如图11中示出的,焊机A具有与图1关联描述的组成部分,并且包括丝送进器30,以至于丝E依照线44上的WFS信号水平被送进进入焊接操作。如图2中示出的,图11包括示例性的马达控制器31,但还可以利用任何其他适合的马达控制器。除上面关于图1描述的控制,波成形器210控制线44上的信号,所以所述波成形器210可以具有与不同的丝送进速率相关联的不同水平。结果,图11中示出的修改对前面描述的实施方案的增加是通过在线44上输出电压水平,所述电压水平跟踪正在被焊机A处理的能量水平并且相应地协调WFS。以这种方式,在焊接能量和电极E的丝送进速率WFS之间存在协同效果。

[0066] 例如,利用在本发明中采用的概念的其他实施方案在图12和图13中被图示说明。在该实施方案中,包括,例如,丝送进速率(WFS)、峰值电流、峰值时间、负电流、负能量和本底电流的各种参数可以从一个工作点到另一个工作点变化。在该实施方案中,如图12中示出的,在这些实施方案中,协同波成形器250被采用来依照线250a表征的输入信号的数值来从查找表252处理工作点254。图12示出示例性工作点及其相关联的示例性参数的子集,这些参数可以不对应于参考的附图中示出的参数值。由线250a上的信号表征的工作点依照查

找表252被输出。用于选择的工作点的脉冲特征和丝送进速率WFS被用来通过控制器256控制脉冲的形状,并且通过控制器258控制丝送进速率。例如,如图7中示出的脉冲形状可以由线210a上的信号通过波成形器或控制器256执行。与电源相信号210a协调的是线44上如由控制器258引导的WFS信号。波成形器250产生由查找表252的工作点确定的波形和丝送进速率。用于焊机的工作点254是通过输入线250a输入到波成形器250,并且输出线250b、250c分别向电源控制器256和丝送进器控制器258提供信号。

[0067] 例如,在一个实施方案中,工作点254可以针对具有由图7中的脉冲110表明的形状的脉冲在线210a上生成来自查找表252的输出。同时,线44上来自查找表252的输出产生对应于脉冲110的WFS信号。脉冲110和丝送进速率WFS被一起控制。依照这一实施方案,来查找表252的工作点在每个焊接循环期间可以被改变,例如,以适应各种焊接应用和操作条件。在其他的实施方案中,工作点参数可以执行其他的焊接技术,诸如,例如,在高能量部分HP和低能量部分LP之间转换,如在美国序列号13/788,486中描述的。尽管图13的查找表包括电流值,其他的实施方案可以包括具有其他参数的查找表,所述其他参数诸如,例如,针对利用电压调节或者电流和电压组合调节的实施方案的电压值。

[0068] 上面描述的实施方案可以被应用到各种其他的焊接技术中,诸如,例如,短路检测和清除中。在脉冲焊接工艺中,熔融的熔滴D冲破电极E的末端的束缚,并且跨弧朝工件W“飞行(flies)”。然而,当电极E的末端和工件W之间的距离相对短时,熔滴D跨弧的飞行可以与工件W接触(即,短路),同时细链状的(thin tether)熔融金属仍然将熔滴D连接到电极E的端部。在这样的链状自由飞行的转移情境中,由于通过链状体的电流的快速增加,当熔滴D与工件W接触时,细链状的熔融金属倾向于激增、引起溅射。

[0069] 依照本发明的实施方案,控制器60和/或波成形器80可以使用感测的电压信号52a、感测的电流信号54a,或者所述两者的组合来确定在每个脉冲周期期间,在推进的电极E和工件W之间何时发生短路,何时要清除短路,和/或短路何时已经实际上被清除。确定短路何时发生和短路何时清除的这样的方案在本领域是已知的,并且被描述在,例如,通过引用以其全部被并入本文的美国专利号7,304,269和美国序列号13/293,112中。当短路发生时和/或当短路被清除时,控制器60和/或波成形器80可以修改波形信号。例如,当确定短路已经被清除时,控制器60和/或波成形器80可以合并波形信号中的等离子体升压脉冲以防止在前一个短路清除之后紧接着发生另一个短路。

[0070] 图14和15示出脉冲的示例性波形图,所述脉冲示出合并上面描述的具有短路的实施方案。如图14中示出的,示例性波形500,其中在指数衰减部分510期间或者在指数衰减部分510之后紧接着,但是在负极性部分520开始之前发生示例性短路。在该实施方案中,在开始负极性部分520之前,短路被清除。在清除短路之后,负极性部分520开始。依照在上面的实施方案中描述的技术,积分计算(例如, $\int X$)被用来确定负极性部分520何时已经导致与期望的熔滴D尺寸相关联的期望的能量(例如, Y)。一旦达到期望的能量,负极性部分520在530处结束。在530处结束之后,示例性波形可以行进,例如,到下一个脉冲峰值(如图14中示出的)或者到本底电流。

[0071] 在另一个实施方案中,如图15示出的,示例性波形600,其中在指数衰减部分610之后,并且在负极性部分620开始之前或者在负极性部分620期间发生示例性短路。在该实施方案中,在开始负极性部分620期间,短路被清除。在清除短路之后,负极性部分520继续。如

果积分计算(例如, $\int X$) 在短路之前开始, 计算可以在625处重新开始。依照在上面的实施方案中描述的技术, 重新开始的积分计算被用来确定负极性部分620何时已经导致与期望的熔滴D尺寸相关联的期望的能量(例如, Y)。一旦达到期望的能量, 负极性部分620在630处结束。在630处结束之后, 示例性波形可以行进, 例如, 到下一个脉冲峰值(如图15中示出的)或者到本底电流。

[0072] 尽管本申请已经通过其实施方案的描述被图示说明, 并且这些实施方案已经被相当详细地描述, 申请人并不意图将所附权利要求的范围约束或以任何方式限制到这样的细节。对本领域技术人员来说, 附加的优点和修改形式将是容易想到的。因此, 本申请就其更广义的方面来说, 不被限制到所示出并描述的具体细节、具有代表性的装置和方法, 以及示意性实施例。因此, 可以从这样的细节形成变化形式, 而不偏离申请人的总体发明概念的精神或范围。参考编号:

[0073]	10	电源供应器	76	负脉冲区
[0074]	11	DC链接	80	波成形器
[0075]	12	输入整流器	90	控制逻辑
[0076]	14	输出变压器	110	脉冲
[0077]	15a	初级绕组	110a	斜坡上升部分
[0078]	15b	次级绕组	110b	峰值电流
[0079]	16	极性开关	110c	峰值时间部分
[0080]	16'	可变极性开关	110d	斜坡下降部分
[0081]	17	中心抽头	110h	负部分时间
[0082]	20	丝	110h'	负部分时间
[0083]	22	线轴/卷筒	110e	本底电流部分
[0084]	24	输出线	110f	周期
[0085]	26	输出线	110g	峰值时间
[0086]	28	正整流器电路	111	弧
[0087]	30	送进器	112	熔池
[0088]	31	马达控制器	113	熔滴
[0089]	32	马达	115	弧
[0090]	34	脉冲宽度调制器	116	熔池
[0091]	36	反馈转速器	117	熔融金属熔滴
[0092]	38	正输出端子	120	负极性分量
[0093]	40	运算放大器	122	峰值脉冲部分
[0094]	44	线	124	本底部分/步骤
[0095]	46	负输出端子	126	步骤
[0096]	48	输出开关网络	128	步骤
[0097]	48'	开关网络	129	步骤/框
[0098]	52	传感器	130	负极功率部分/步骤
[0099]	52a	线	132	负极功率部分
[0100]	54	传感器	140	量值

[0101]	54a	线	142	量值
[0102]	55	基线	150	步骤
[0103]	56	基线	152	步骤
[0104]	57	缓冲器网络	160	负极性部分
[0105]	58	缓冲器网络	162	负极性部分
[0106]	60	控制器	210	波成形器
[0107]	70	线	210a	线
[0108]	72	输出感应器	212	框
[0109]	74	正脉冲区	250	波成形器
[0110]	250a	线	A	焊机
[0111]	250b	线	D	熔融熔滴
[0112]	250c	线	D1	二极管
[0113]	252	查找表	D2	二极管
[0114]	254	工作点	D3	二极管
[0115]	256	控制器	D4	二极管
[0116]	258	控制器	E	电极
[0117]	300	逻辑	g	空隙
[0118]	302	步骤	I _a	电弧电流
[0119]	304	步骤	L1-L3	三相电压源
[0120]	306	步骤	N1	负电流
[0121]	400	逻辑	P1	峰值电流部分
[0122]	402	步骤	PW	脉冲波
[0123]	404	步骤	PW'	脉冲波
[0124]	406	步骤	SW1	开关
[0125]	408	步骤	SW2	开关
[0126]	410	步骤	SW3	开关
[0127]	412	步骤	SW4	开关
[0128]	500	波形	tB	时间
[0129]	510	衰减部分	tN1	时间
[0130]	520	负极性部分	tP1	时间
[0131]	530	步骤	tR1	时间
[0132]	600	波形	tS1	时间
[0133]	610	衰减部分	V _a	电弧电压
[0134]	620	负极性部分	W	工件
[0135]	625	步骤	WFS	丝送进速率
[0136]	630	步骤	X	实际能量水平
[0137]			Y	期望能量水平

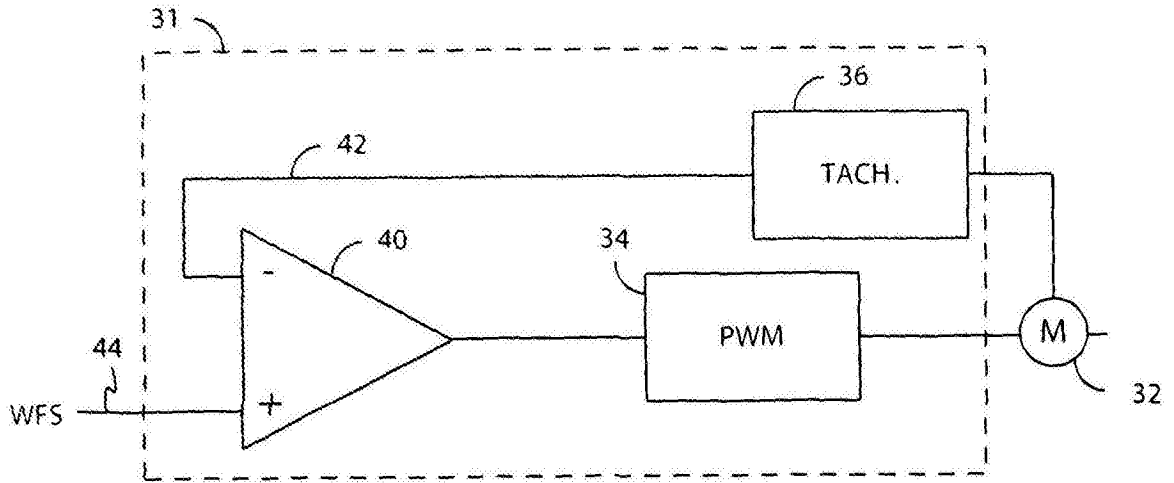


图2

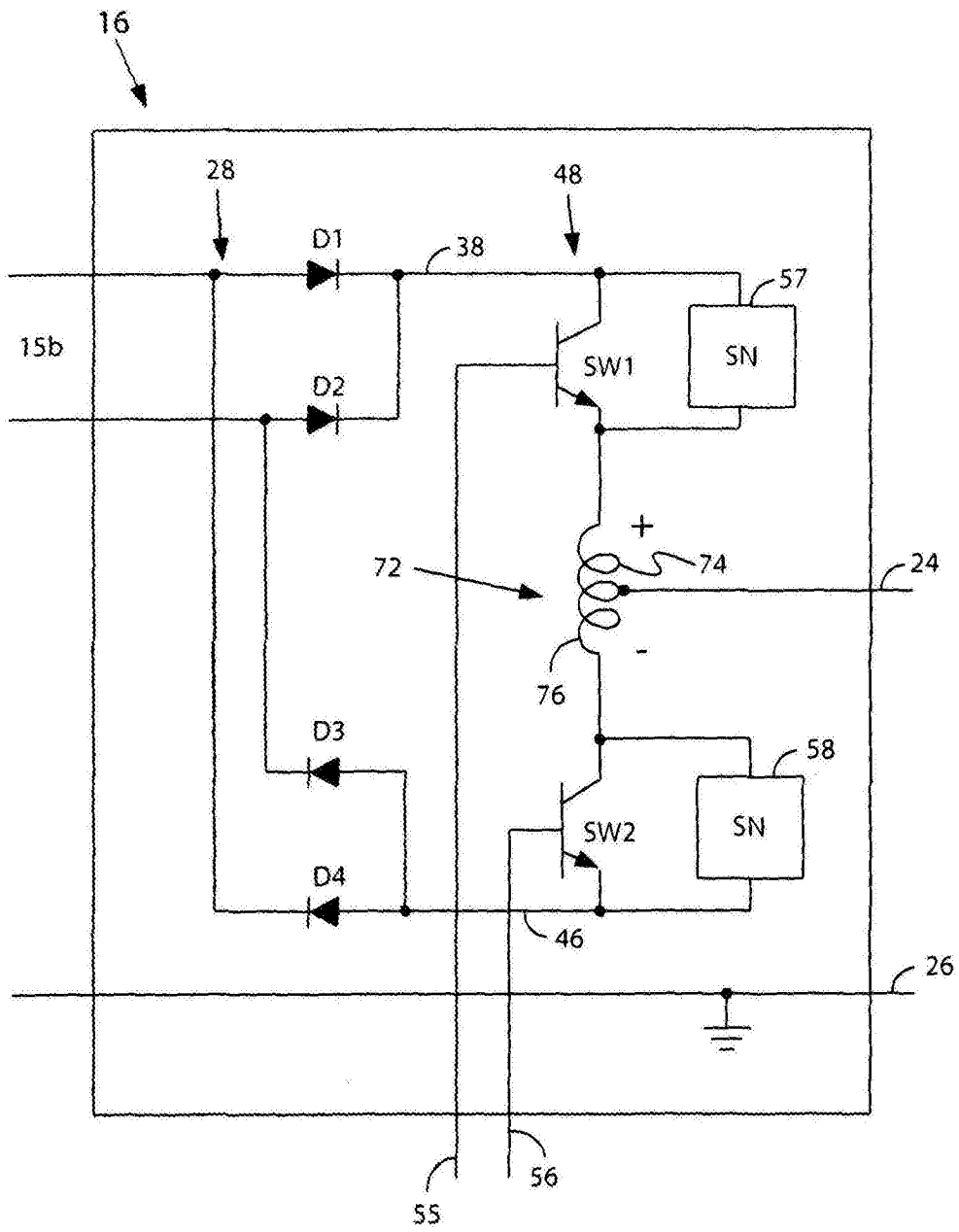


图3A

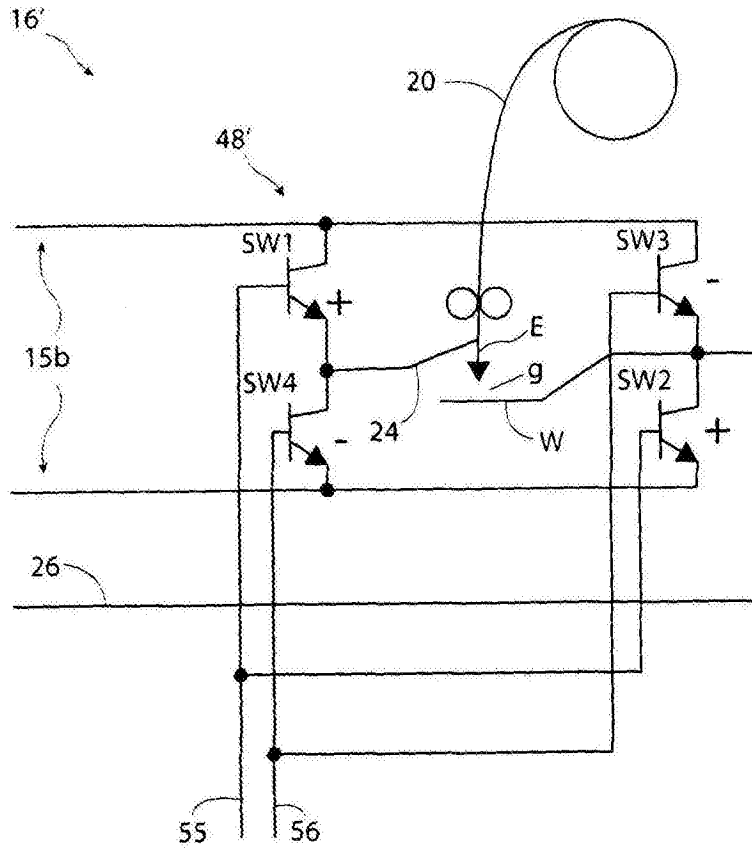


图3B

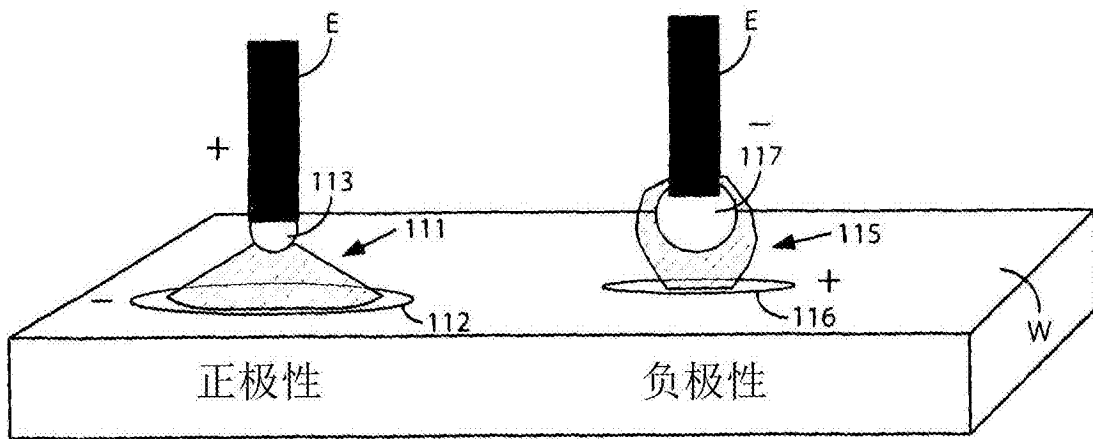


图4

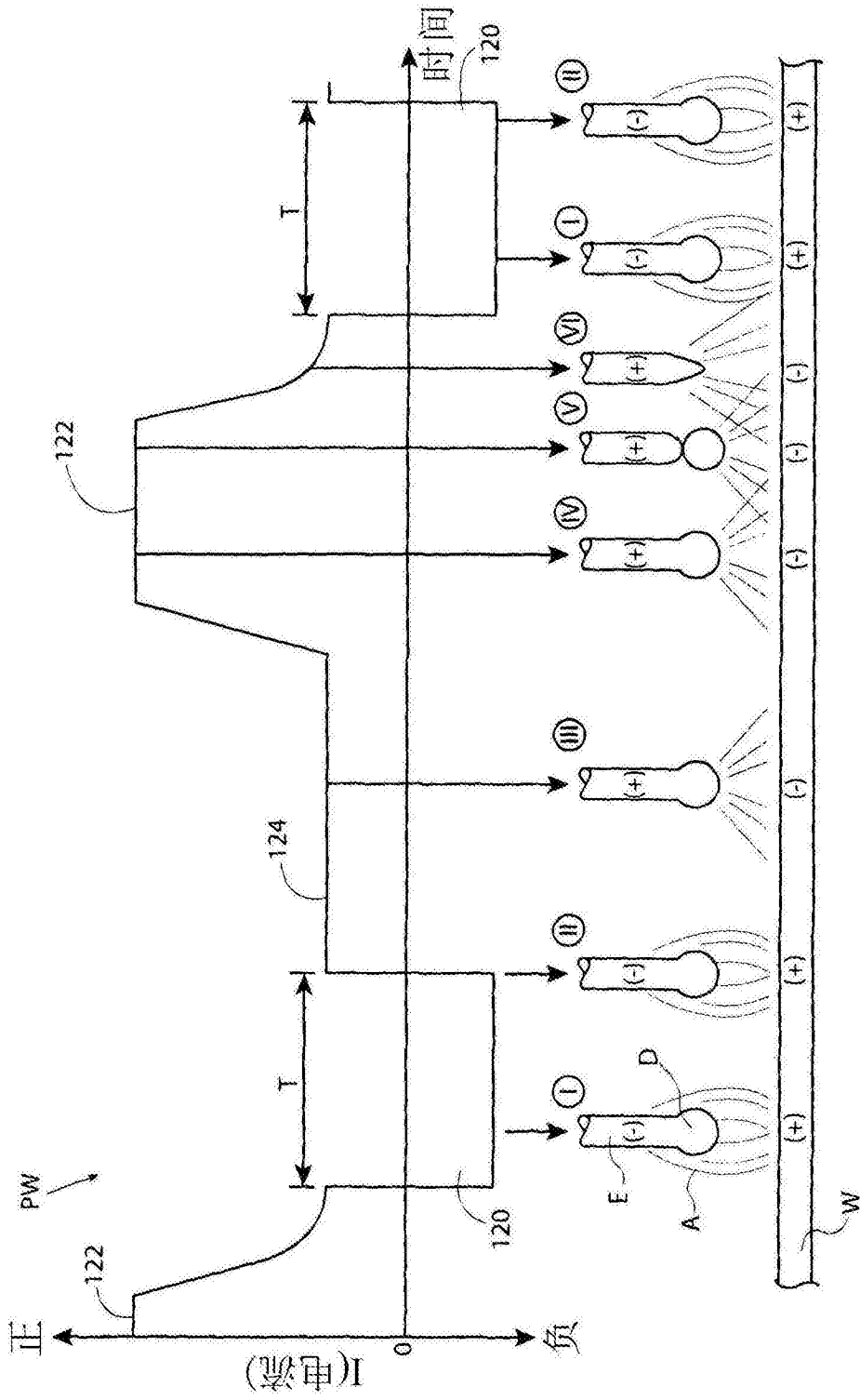


图5

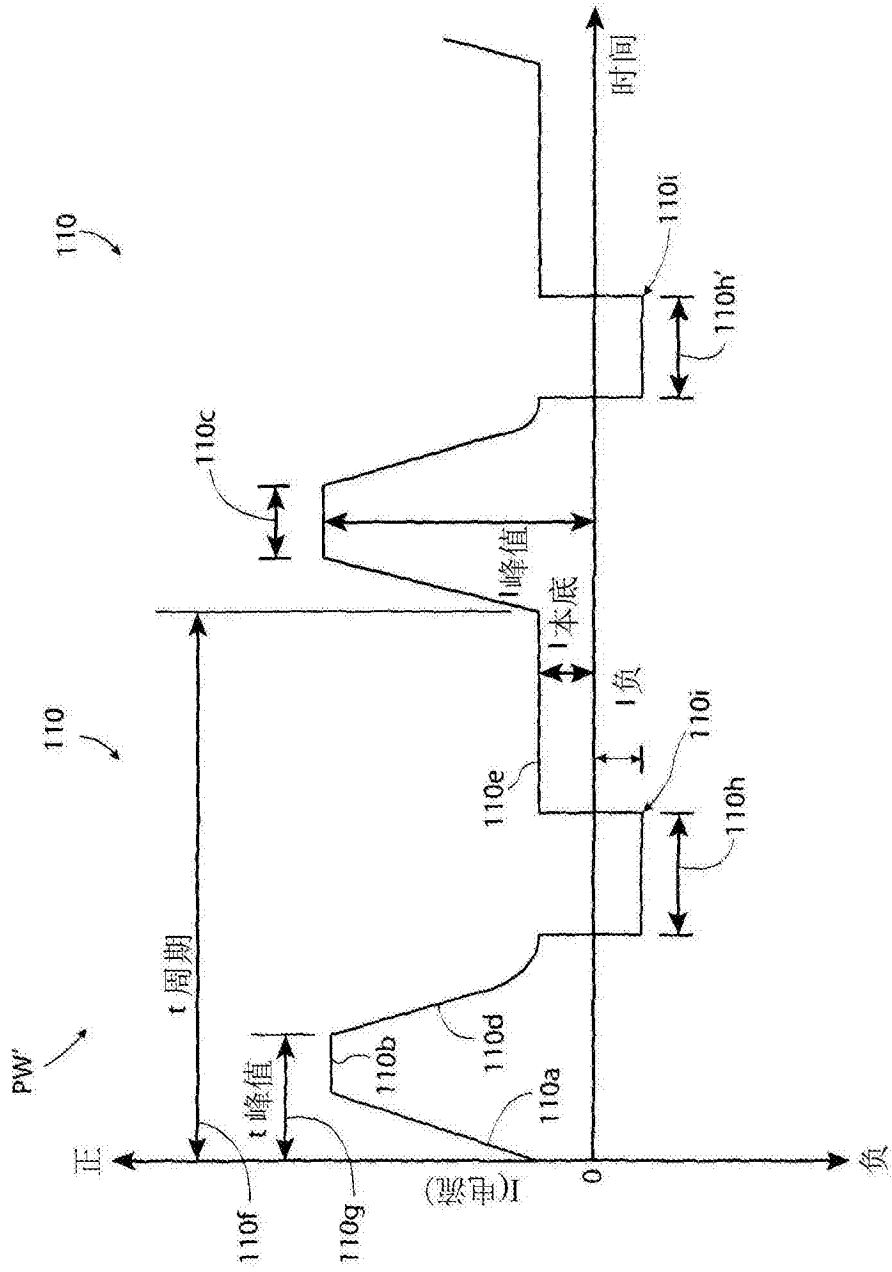


图7

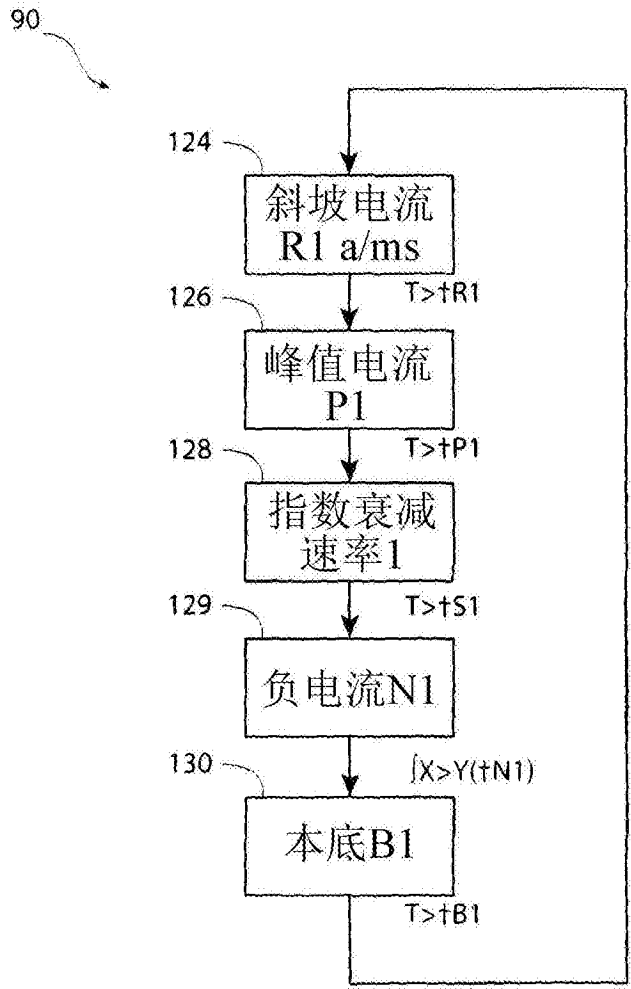


图8

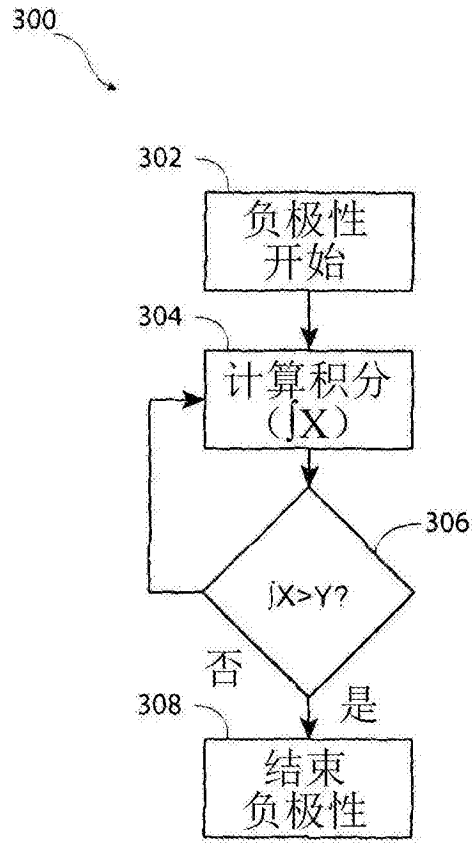


图9

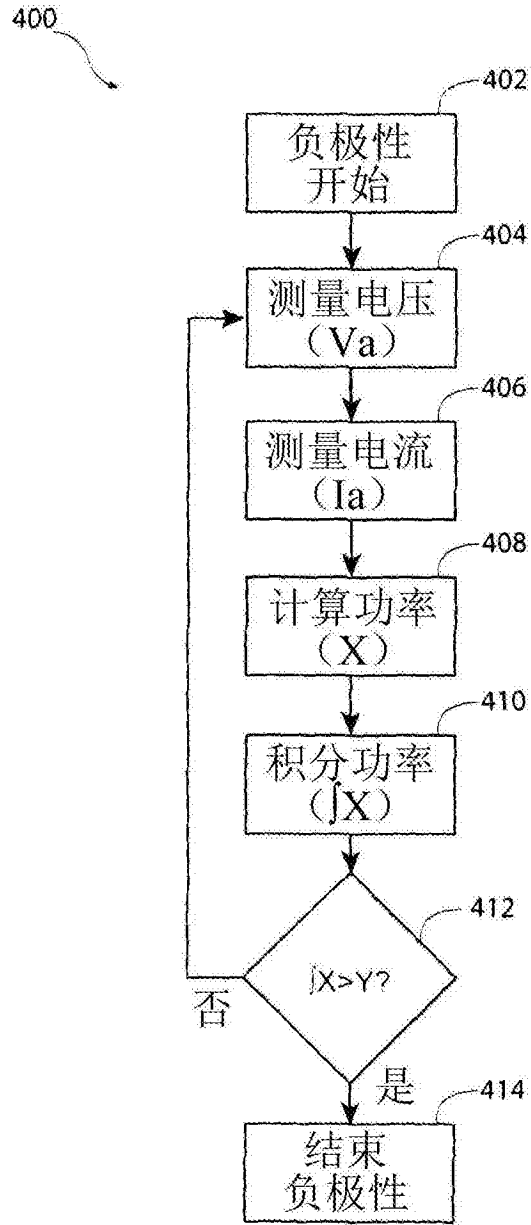


图10

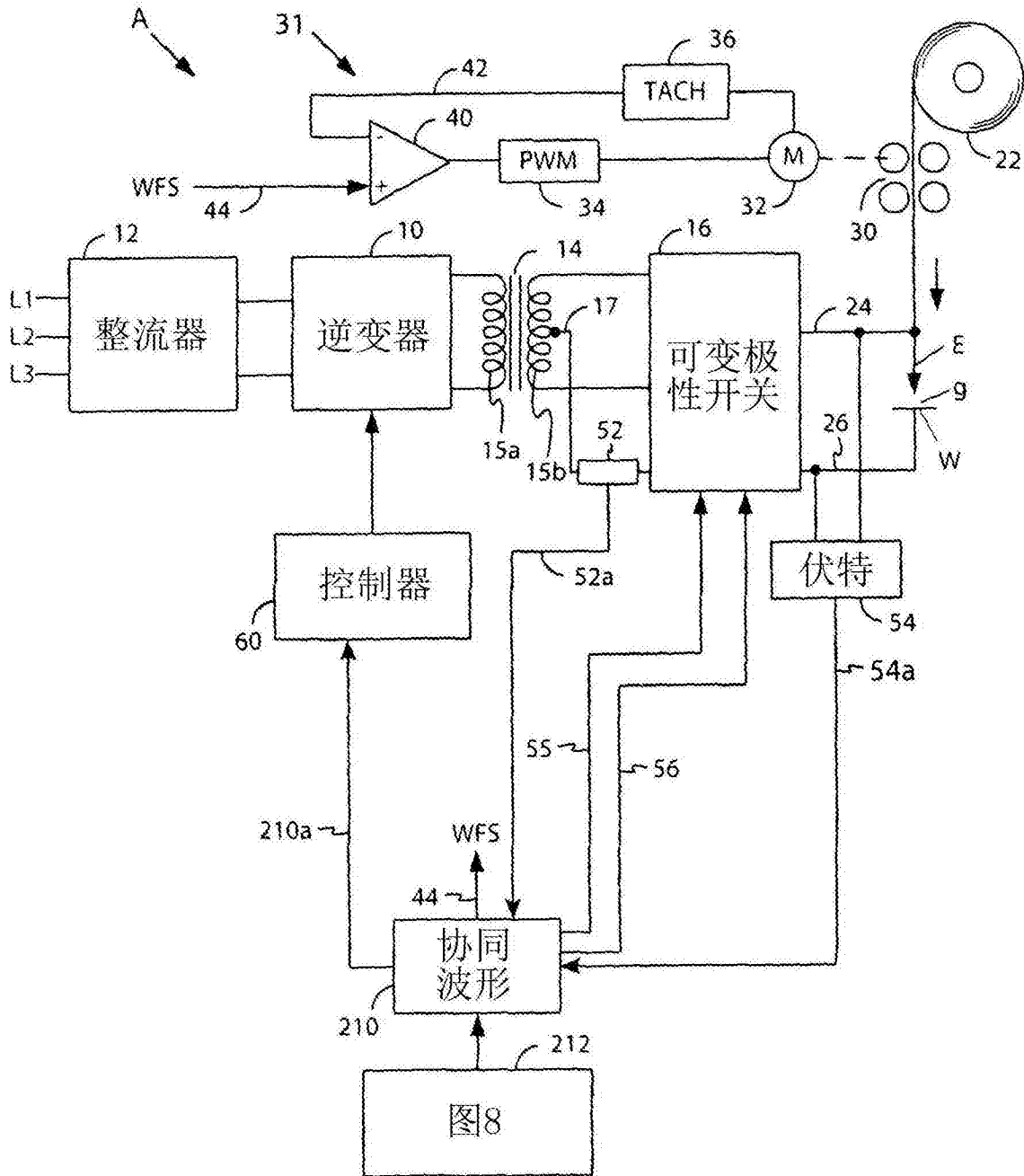


图11

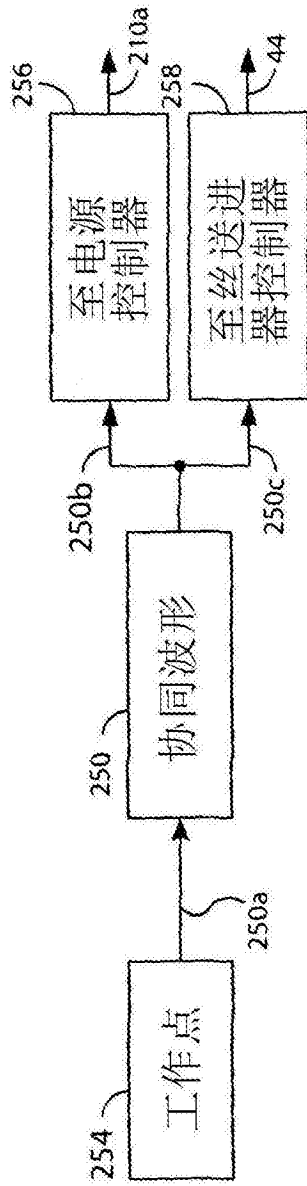


图12

252

工作点	斜坡上升时间	峰值时间	峰值幅度	斜坡下降时间	负幅度	焦耳	本底时间	本底幅度	WFS
100	1.4	0.6	400	2.5	35	0.8	9	30	100
200	1.3	0.6	405	2.3	50	1.0	4	70	200
300	1.2	0.6	410	2	60	1.0	3	100	300
400	1.1	0.7	420	1.5	75	0.8	2	125	400
500	1	0.7	460	1	75	1.2	1	150	500

图13

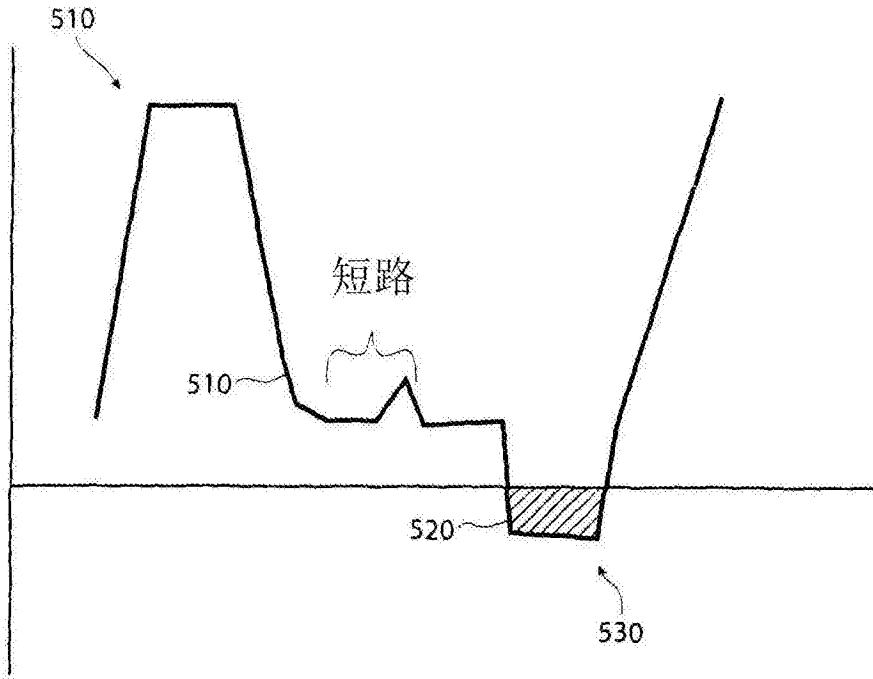


图14

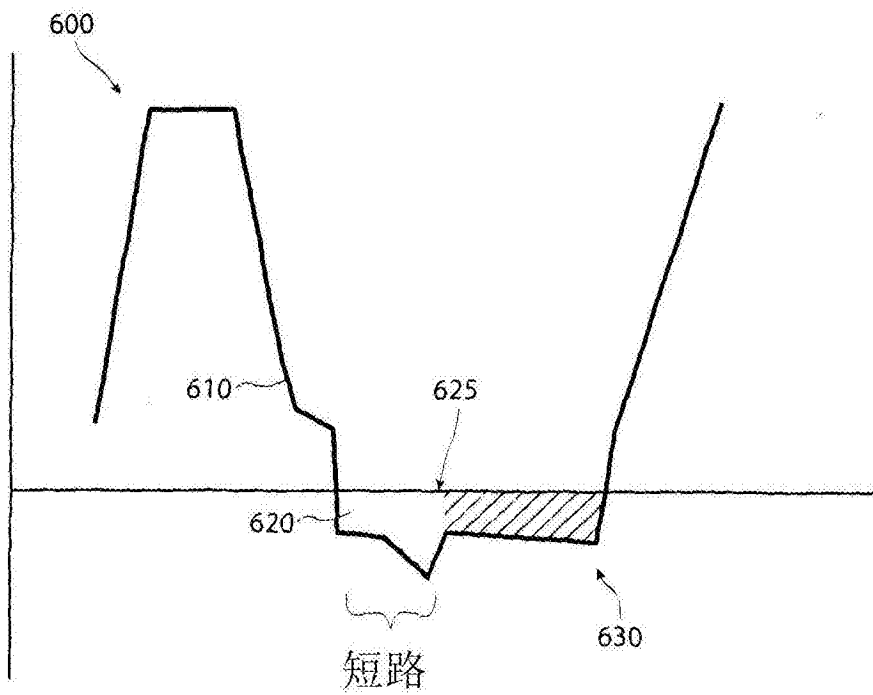


图15