



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104903042 B

(45)授权公告日 2017.03.15

(21)申请号 201380069053.2

凯文·迈克尔·斯科特

(22)申请日 2013.12.24

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 脱颖

申请公布号 CN 104903042 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2015.09.09

B23K 9/095(2006.01)

(30)优先权数据

B23K 9/32(2006.01)

13/733,681 2013.01.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2015.07.01

US 5349156 A, 1994.12.20,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 5086207 A, 1992.02.04,

PCT/US2013/077710 2013.12.24

CN 1714978 A, 2006.01.04,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102470473 A, 2012.05.23,

W02014/107387 EN 2014.07.10

CN 102596475 A, 2012.07.18,

(73)专利权人 伊利诺斯工具制品有限公司

EP 2286949 A1, 2009.08.18,

地址 美国伊利诺伊州

US 2012/0291172 A1, 2012.11.22,

CN 102554418 A, 2012.07.11,

(72)发明人 理查德·马丁·哈奇森

审查员 刘翠

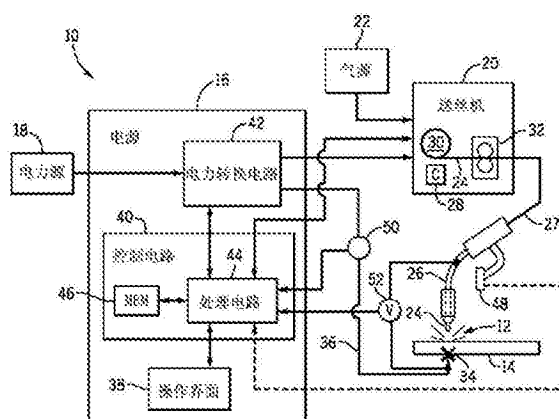
权利要求书4页 说明书12页 附图7页

(54)发明名称

用于控制电弧焊接工艺的系统和方法

(57)摘要

一种焊接系统(10)包括电极(24)和电源(16),所述电极被配置成朝着工件(14)前进,并且所述电源被配置成提供电力流到所述电极用于在所述电极(24)与所述工件(14)之间产生焊接电弧(12)。所述焊接系统(10)还包括第一传感器(48)和第二传感器(50),所述第一传感器被配置成感测所述焊接电弧(12)的光强度,并且所述第二传感器被配置成感测通过所述电源(16)提供到所述电极的电流。此外,所述焊接系统(10)包括控制器(40),所述控制器与所述第一传感器(48)和所述第二传感器(50)通信地耦接并且被配置成相关于所述电流修改所述光强度。所述控制器(40)被配置成基于所述修改的光强度控制所述焊接系统(10)的焊接参数。



1. 一种焊接系统,包括:

电焊条,所述电焊条被配置成朝向工件前进;

电源,所述电源被配置成提供电力流到所述电焊条以在所述电焊条与所述工件之间产生焊接电弧;

第一传感器,被配置成感测焊接电弧的光强度;

第二传感器,被配置成感测通过电源提供到电焊条的电压;

第三传感器,被配置成感测通过电源提供到电焊条的电流;以及

控制器,与所述第一传感器、所述第二传感器和所述第三传感器通信地耦接,并且配置成相关于所述电流规范化所述光强度,

其中所述控制器被配置成,当所述规范化的光强度在光强度阈值以上时,基于所述规范化的光强度控制所述焊接系统的焊接参数,并且

其中控制器被配置成,当所述规范化的光强度在所述光强度阈值以下时,基于所述电压控制所述焊接参数。

2. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述控制器被配置成控制所述焊接参数以维持所述焊接电弧的电弧长度。

3. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述规范化的光强度与所述焊接电弧的电弧长度成正比。

4. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述第一传感器安装在焊炬上,其中所述焊炬被配置成朝着所述工件输出所述电焊条。

5. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述焊接参数包括提供到所述电焊条的电力的电压、电流、送丝速度或它们的组合。

6. 根据权利要求1所述的焊接系统,包括:

其中所述控制器配置成,当所述规范化的光强度在光强度阈值以下并且所述感测的电压在电压阈值以上时,基于所述电压控制所述焊接参数。

7. 根据权利要求1所述的焊接系统,包括被配置成使所述电焊条朝着所述工件前进的送丝机,其中所述控制器被配置成响应所述送丝机的送丝速度的调节来自动控制所述焊接参数。

8. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述第一传感器包括光伏电池、光敏二极管、光阻元件或它们的一些组合。

9. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述第一传感器设置在头盔上。

10. 一种焊接系统,包括:

控制电路,被配置成:

接收表示所述焊接系统的电焊条与工件之间的焊接电弧的光强度的信号;

接收表示供应到所述电焊条的用于产生所述焊接电弧的电力的电压的信号;

接收表示供应到所述电焊条的用于产生所述焊接电弧的电力的电流的信号;

相关于所述表示电流的信号规范化所述表示光强度的信号;并且

提供控制信号到所述焊接系统的电源,其中当所述规范化的表示光强度的信号在光强度阈值以上时,所述控制信号基于所述规范化的表示所述光强度的信号,并且当所述规范化的表示光强度的信号在所述光强度阈值以下时,所述控制信号基于所述表示电压的信

号。

11. 根据权利要求10所述的焊接系统, 其中所述控制信号在由所述电源实施时调节提供到所述电焊条的电流、电压或送丝速度的至少一个以维持焊接电弧的期望电弧长度。

12. 根据权利要求10所述的焊接系统, 其中所述控制电路被配置成:

将所述规范化的表示光强度的信号与光强度阈值进行比较;

将所述表示电压的信号与电压阈值进行比较;

基于所述规范化的表示光强度的信号确定第一控制信号;

基于所述表示电压的信号确定第二控制信号;

当所述规范化的表示光强度的信号在所述光强度阈值以上时, 提供所述第一控制信号到所述电源; 并且

当所述表示电压的信号在所述电压阈值以上并且所述规范化的表示光强度的信号在所述光强度阈值以下时, 提供所述第二控制信号到所述电源。

13. 一种焊接系统, 包括:

电焊条, 所述电焊条被配置成朝着工件前进;

电源, 所述电源被配置成提供电力流到所述电焊条以在所述电焊条与所述工件之间产生焊接电弧;

第一传感器, 所述第一传感器被配置成感测电焊条和工件之间的焊接电弧的光强度并且输出表示焊接电弧的光强度的信号;

第二传感器, 所述第二传感器被配置成感测通过电源提供到电焊条的用于产生焊接电弧的电力的电流并且配置成输出表示所述电流的信号;

第三传感器, 所述第三传感器被配置成感测通过电源提供到电焊条的用于产生焊接电弧的电力的电压并且配置成输出表示所述电压的信号; 以及

控制器, 所述控制器与所述第一、第二和第三传感器通信地耦接, 其中所述控制器被配置成: 从所述第一传感器接收所述表示光强度的信号;

从所述第二传感器接收所述表示电流的信号;

相关于所述表示电流的信号规范化所述表示光强度的信号;

从所述第三传感器接收所述表示电压的信号;

将所述规范化的表示光强度的信号与光强度阈值比较;

基于所述规范化的表示光强度的信号确定第一控制信号;

基于所述表示电压的信号确定第二控制信号;

当所述规范化的表示光强度的信号在光强度阈值以上时, 提供所述第一控制信号至焊接系统的电源; 以及

当所述规范化的表示光强度的信号在光强度阈值以下时, 提供所述第二控制信号至焊接系统的电源。

14. 如权利要求13所述的焊接系统, 其中所述第一和第二控制信号在由所述电源实施时调节焊接参数以维持焊接电弧的期望电弧长度。

15. 如权利要求14所述的焊接系统, 包括被配置成使所述电焊条朝着所述工件前进的送丝机, 其中所述控制器被配置成响应所述送丝机的送丝速度的调节来自动控制所述焊接参数。

16. 如权利要求13所述的焊接系统,其中所述第一和第二控制信号在由所述电源实施时调节提供到所述电焊条的电压、电流或送丝速度的至少一个以维持焊接电弧的期望电弧长度。

17. 如权利要求13所述的焊接系统,其中所述第一传感器包括光伏电池、光敏二极管、光阻元件或它们的一些组合。

18. 如权利要求13所述的焊接系统,其中所述第一传感器安装在焊炬上,其中所述焊炬被配置成朝着所述工件输出所述电焊条。

19. 一种焊接系统,包括:

第一传感器,被配置成感测焊接电弧的光强度;

第二传感器,被配置成感测通过电源提供到电焊条的电流;以及

控制器,与所述第一传感器和所述第二传感器通信地耦接,并且被配置成相关于所述电流修改所述光强度,其中所述控制器被配置成基于所述修改的光强度控制所述焊接系统的焊接参数。

20. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述控制器被配置成控制所述焊接参数以维持所述焊接电弧的电弧长度。

21. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述修改的光强度与所述焊接电弧的电弧长度成正比。

22. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述第一传感器安装在焊炬上,其中所述焊炬被配置成朝着工件输出所述电焊条。

23. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述焊接参数包括提供到所述电焊条的电力流的电流、电压、送丝速度或它们的组合。

24. 根据权利要求19所述的焊接系统,包括:

第三传感器,被配置成感测通过所述电源提供到所述电焊条的电力流的电压;

其中所述控制器与所述第三传感器通信地耦接,并且被配置成当所述修改的光强度在光强度阈值以下并且所述感测的电压在电压阈值以上时基于所述电压控制所述焊接参数。

25. 根据权利要求19所述的焊接系统,包括被配置成使所述电焊条朝着工件前进的送丝机,其中所述控制器被配置成响应所述送丝机的送丝速度的调节来自动控制所述焊接参数。

26. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述第一传感器包括光伏电池、光敏二极管、光阻元件或它们的一些组合。

27. 根据权利要求19所述的焊接系统,其中所述第一传感器设置在头盔上。

28. 一种用于控制焊接系统的方法,包括:

通过光传感器检测由在焊接系统的电焊条与工件之间产生的焊接电弧发出的光的强度;

通过电流传感器检测从所述焊接系统的电源提供到所述电焊条的电力的电流;

通过所述焊接系统的控制电路相关于所述检测的电流修改所述检测的光强度以确定所述焊接电弧的修改的光强度;并且

基于所述修改的光强度控制所述焊接系统的焊接参数。

29. 根据权利要求28所述的方法,包括维持所述焊接电弧的电弧长度,其中所述修改的

光强度与所述电弧长度成正比。

30. 根据权利要求28所述的方法, 其中修改所述光强度包括相关于所述检测的电流对所述检测的光强度规范化。

31. 根据权利要求28所述的方法, 其中修改所述光强度包括:

基于所述检测的光强度与所述检测的电流之间的相移确定增益因子;

使所述检测的光强度除以所述检测的电流; 并且

根据所述增益因子校正所述被除的光强度。

32. 一种焊接系统, 包括:

控制电路, 被配置成:

接收表示所述焊接系统的电焊条与工件之间的焊接电弧的光强度的信号;

接收表示供应到所述电焊条用于产生所述焊接电弧的电力的电流的信号;

相关于表示所述电流的所述信号修改表示所述光强度的信号; 并且

基于所述修改的表示所述光强度的信号提供控制信号到所述焊接系统的电源。

33. 根据权利要求32所述的焊接系统, 其中所述控制信号在由所述电源实施时调节提供到所述电焊条的电压、电流或送丝速度的至少一个以维持焊接电弧的期望电弧长度。

34. 一种用于控制焊接系统的方法, 包括:

通过光传感器检测表示由在焊接系统的电焊条与工件之间产生的焊接电弧发出的光的强度的信号;

通过电压传感器检测表示从所述焊接系统的电源提供到所述电焊条的电力的电压的信号;

通过电流传感器检测表示从所述焊接系统的电源提供到所述电焊条的电力的电流的信号;

相关于所述表示电流的信号规范化所述表示光强度的信号;

其特征在于

当所述规范化的表示光强度的信号高于光强度阈值时, 基于所述规范化的表示光强度的信号控制焊接系统的焊接参数, 并且, 当所述规范化的表示光强度的信号低于所述光强度阈值时, 基于所述表示电压的信号控制所述焊接参数。

用于控制电弧焊接工艺的系统和方法

背景技术

[0001] 本发明总体上涉及焊接系统,并且更具体地讲,涉及控制电弧焊接工艺的参数。

[0002] 为了实现各种目的已经实施了各式各样的焊接系统和焊接控制制度。在连续焊接操作中,气体保护金属电弧焊(GMAW)技术通过从焊炬供给由惰性气体或活性气体保护的填充材料而允许用于形成连续焊珠。电能被施加于焊丝并且回路通过工件来形成以维持熔化焊丝和工件以形成所期望的焊缝的电弧。某些相关工艺不使用保护气体,并且可以依靠焊丝中的成分来形成并保护进行的焊接。

[0003] 在其各种形式中,GMAW焊接涉及在形成电焊条并朝着工件前进的焊丝上施加受控的电压和电流以在电焊条与工件之间建立电弧。焊丝电焊条通常由与焊接电源耦接的送丝机供给,尽管在一些系统中,送丝机可以集成在电源中,或者焊丝可以由焊炬供给(例如,“拉丝焊枪”)。一般而言,人类操作者可以握住并控制焊炬,或者焊炬可以是自动化系统的一部分,通常由机器人设备操作。焊接参数可以设置用于所有的这些工艺,包括电流和电压水平、送丝速度等。对于手动应用,由操作者调节行进速度(焊炬前进以形成焊缝的速率),而在自动化应用中,这可以提前设置用于特定的焊缝和工件。

[0004] 在GMAW和相关的焊接工艺中,各种焊接参数受到控制以维持电焊条与工件之间的焊接电弧所期望的电弧长度。恒定的电弧长度可以提供相对一致的焊珠轮廓和焊缝熔深,这可以增强焊缝的某些结构质量和美学特征。GMAW焊接系统一般利用电压反馈来维持焊接电弧上均匀的电压降,该电压降与均匀的电弧长度大致对应。不幸的是,难以精确地确定由于电焊条在其朝着工件前进时延伸体的变化引起的焊接电弧上的电压降以及难以解释的其他电压降。

发明内容

[0005] 在第一实施例中,一种焊接系统包括电焊条和电源,所述电焊条被配置成朝着工件前进,并且所述电源被配置成提供电力流(交流、直流、脉冲等)到所述电焊条用于在所述电焊条与所述工件之间产生焊接电弧。所述焊接系统还包括第一传感器和第二传感器,所述第一传感器被配置成感测所述焊接电弧的光强度,并且所述第二传感器被配置成感测通过所述电源提供到所述电焊条的电流。此外,所述焊接系统包括控制器,所述控制器与所述第一传感器和所述第二传感器通信地耦接并且被配置成相关于所述电流修改所述光强度。所述控制器被配置成基于所述修改的光强度控制所述焊接系统的焊接参数。

[0006] 在另一个实施例中,一种方法包括通过光传感器检测由焊接系统的电焊条与工件之间产生的焊接电弧发出的光强度。所述方法还包括通过电流传感器检测从所述焊接系统的电源提供到所述电焊条的电力的电流。此外,所述方法包括通过所述焊接系统的控制电路,相关于所述检测的电流修改所述检测的光强度以确定所述焊接电弧修改的光强度。另外,所述方法包括基于所述修改的光强度控制所述焊接系统的焊接参数。

[0007] 在另外的实施例中,焊接系统包括控制电路。所述控制电路被配置成接收表示所述焊接系统的电焊条与工件之间的焊接电弧的光强度的信号;接收表示供应到所述电焊条

用于产生所述焊接电弧的电力的电流的信号。此外,所述控制电路被配置成相关于表示所述电流的所述信号修改表示所述光强度的信号。另外,所述控制电路被配置成基于所述修改的表示所述光强度的信号提供控制信号到所述焊接系统的电源。

附图说明

[0008] 当参考附图阅读以下详细说明时,会更加明白本发明的这些和其他特征、方面和优点,附图中相似的附图标记代表在整个附图中相似的零件,其中:

[0009] 图1是可以使用弧光控制系统的焊接系统的实施例的框图;

[0010] 图2是用于操作图1的焊接系统的方法的实施例的工艺流程图;

[0011] 图3是安装在焊炬上的光传感器的实施例的透视图;

[0012] 图4是用于检测焊接电弧的光强度的传感器的实施例的前视图;

[0013] 图5是用于操作图1的焊接系统的方法的实施例的工艺流程图;

[0014] 图6是用于说明响应送丝速度的变化自动调节焊接参数的实施例的曲线图;

[0015] 图7是基于图1的焊接系统的感测参数之间的相位变化所确定的有效增益值的实施例的曲线图;

[0016] 图8是用于提供弧光控制的控制电路的实施例的概略图示;并且

[0017] 图9是安装在用于控制焊接系统参数的焊接头盔上的光传感器的实施例的透视图。

具体实施方式

[0018] 本发明的实施例针对基于焊接系统产生的焊接电弧的感测光强度控制焊接系统参数的系统和方法。除用于检测光强度的光传感器之外,焊接系统包括用于确定流过焊接电焊条以产生电弧的电流的电流传感器。控制电路可以接收与检测的光强度和检测的电流对应的信号,并且处理信号以确定与焊接电弧的长度成正比的修改的光强度。这可以涉及相关于检测的电流修改检测的光强度。由于修改的光强度与焊接电弧长度对应,所以焊接系统可以利用修改的光强度作为主要反馈参数以控制电弧长度。更具体地讲,控制电路可以发送控制信号到用于调节焊接参数的电力转换电路。因此,电源可以以所期望的电流和/或电压提供电力到电焊条以维持用于所期望的焊缝的合适的电弧长度的焊接电弧。

[0019] 修改的光强度可以是比系统元件上的电压降(一般用于常规焊接系统)更精确的电弧长度指标。在这种系统中,控制焊接工艺可以通过维持所期望水平的焊接电压来实现。该电压可以包括许多不同的焊接元件上的电压降,包括焊接引线、电缆连接、焊炬导电嘴的接触点、电焊条从接触点的延伸体等。然而,用于确定系统上的电压降的电压引线可能由于接触点和电焊条延伸体而无法采集电压降。电焊条延伸体上的电压降在整个焊接操作期间变化,使得检测的电压不是电弧长度完全精确的指标。与检测的电压不同,修改的光强度响应朝着工件供给的焊丝的电焊条延伸体的变化而变化。以此方式,当前公开的实施例中计算的修改光强度可以提供比检测的电压更好的电弧长度的指标。然而,在一些实施例中,仍然可以监测电压作为附加的反馈参数。例如,电压信号可以用于检测光强度信号的劣化或者提供焊接参数控制的精细调节。

[0020] 现在转到附图,图1是根据本技术的焊接系统10的实施例的框图。焊接系统10被设

计成用于在工件14上产生焊接电弧12。焊接电弧12可以是任何焊接类型,并且可以按照任何所期望的方式定向,包括MIG、金属极活性气体(MAG)、各种波形、串联设置等。焊接系统10包括电源16,该电源可以与例如电力网的电力源18耦接。当然,可以利用其他电力源,包括发电机、引擎驱动电源组等。在图示的实施例中,送丝机20与气源22和电源16耦接,并且通过焊接电缆27供应焊丝24到焊炬26。电源16提供电力流到焊丝24上,该焊丝充当电焊条。焊丝24通过焊炬26供给以形成焊接电弧12,由焊接电弧12熔化,并且沉积在工件14上。

[0021] 送丝机20通常包括控制电路,一般图示为附图标记28,该控制电路调节来自线轴30的焊丝24的供给,并且命令电源16的输出。线轴30包括在焊接操作期间消耗的一定长度的焊丝24。通常在控制电路28的控制下通过使用电动机由焊丝驱动组件32使焊丝24前进。此外,工件14通过连接到工作电缆36上的夹具34与电源16耦接,以便当焊丝24与工件14之间建立焊接电弧12时完成电路。

[0022] 将焊炬26放置在靠近工件14的位置允许由电源16提供的并且送到焊炬26的电流从焊丝24到工件14形成电弧。如上所述,这种电弧完成了电路,该电路包括电源16、焊炬26、工件14和工作电缆36。特别地,在操作时,电流从电源16流到焊炬26,流到工件14,该工件通常向后与电源16连接上。电弧产生相对大量的热量,这些热量使工件14的一部分以及焊丝24的填充金属过渡到熔融状态,从而形成焊缝。

[0023] 为了在焊接期间保护焊接区不被氧化或污染,以增强电弧性能,并且为了改善所得的焊缝,焊接系统10还可以从气源22供给惰性保护气体到焊炬26。然而,值得注意的是,除惰性保护气体之外或者替代惰性保护气体,可以使用用于保护焊接位置的各种保护材料,包括活性气体和固体颗粒。

[0024] 焊接系统10可以被设计成允许由操作者选择数据设置,特别是通过设置在电源16上的操作界面38。操作界面38可以整合在电源16的前面板中,并且可以允许用于选择设置,例如焊接工艺的类型、将要使用的焊丝类型、焊接参数设置等。这些焊接设置被通信到电源16内的控制电路40。应当注意的是,当在本公开中提及“GMAW”焊接时,可以在使用或不使用惰性气体的情况下,例如,使用药芯焊丝或金属芯焊丝,使用本文描述的焊接、焊炬26和技术。

[0025] 控制电路40控制焊接系统10的焊接参数。更具体地讲,控制电路40操作以控制施加于焊丝24用于执行所期望的焊接操作的焊接电力输出。因此,控制电路40与电力转换电路42耦接。该电力转换电路42被适配成接收来自电力源18的电力以建立输出电力,该输出电力最终将施加在焊炬26的焊丝24上。可以使用各种电力转换电路,包括斩波器、升压电路、降压电路、逆变器、变换器等。

[0026] 控制电路40可以控制电力转换电路42以响应从位于整个焊接系统10中的传感器接收的传感器反馈来调节输出电力。传感器可以提供与焊接系统的工作参数有关的信号,例如,焊接电弧12的电流、电压或光强度。基于这些检测的参数,控制电路40可以输出控制信号到电力转换电路42以调节焊接参数。焊接参数可以包括提供到焊丝24的电流、提供到焊丝24的电力流的电压、焊丝进给速度或它们的一些组合。

[0027] 控制电路40可以包括处理电路44和存储电路46,并且可以与各种传感器通信地耦接。处理电路44可以接收来自用于检测焊接电弧12的光强度的光传感器48的反馈信号,以及来自被配置成监测通过电源16提供到焊丝24的电流的电流传感器50的反馈信号。光传感

器48可以表示用于检测从焊接电弧12发出的光的单个传感器或传感器阵列。在一些实施例中,处理电路同样可以接收来自电压传感器52的反馈信号,电压传感器52被设计成用于测量焊炬26上的接触点与工件14之间的电压降。基于接收的反馈信号,处理电路44可以执行存储在存储电路46中的指令以产生一个或多个控制信号从而提供到电力转换电路42。根据控制信号,电力转换电路42可以连续调节供应到焊丝24的焊接电源的参数,以便维持焊接电弧12的所期望的电弧长度。更具体地讲,可以调节焊接参数以维持电弧长度在所期望的电弧长度的大约0%至10%的范围内。所期望的电弧长度可以基于与焊接参数和/或起弧参数有关并且通过操作界面38提供的输入。处理电路还可以与送丝机20的控制电路28通信,从而提供控制信号以调节送丝速度并且/或者接收基于送丝速度的信号。各种传感器可以以预定间隔产生表示不同检测性能的信号,并且处理电路可以几乎同时接收并处理传感器信号以输出控制信号。这可以允许相对瞬时地控制整个焊接操作期间的焊接电弧12的电弧长度。

[0028] 在本实施例中,控制电路40被配置成相关于表示施加于焊丝24的电流的信号(例如,来自传感器50)修改表示焊接电弧12的光强度的信号(例如,来自光传感器48)。该修改的光强度是焊接电弧12的电弧长度的较好指标,因为一般而言,从焊接电弧12发出的光与商业上的相关应用中的电流和电弧长度成正比。测量的电流可以随着电焊条延伸体的变化而变化,或者随着焊丝24从焊炬26伸出的距离的变化而变化。因为焊丝24朝着工件14连续前进,并且还作为液滴沉积在工件14上,电焊条延伸体随时间而变化。控制电路40通过相关于电流修改光强度而调节由电焊条延伸体的变化引起的电弧长度的变化。如此前所述,通过仅仅使用焊接系统10上的电压降无法监测电弧长度导致的变化。

[0029] 对检测的光强度的修改可以包括任意数量的调节以补偿检测的电流。术语“修改”可以指用于控制焊接参数的检测的光强度与检测的电流之间的任何调节、推导、补偿或一般关系。例如,在一些实施例中,修改可以涉及使用控制电路40中的查找表。查找表可以包括与不同的检测的电流值(或电流值的范围)对应的修改的光强度值或光强度偏差值。在其他实施例中,修改可以包括将检测的光强度和检测的电流联系起来的等式。光强度与电流之间的关系可以包括相对比例、偏差或它们的一些组合。在以下详细描述的实施例中,修改包括相关于检测的电流对检测的光强度规范化。这可以导致规范化的光强度。控制电路40可以通过用检测的光强度除以检测的电流并乘以因子来执行这种规范化。尽管以下在对光强度规范化的修改的背景下进行了描述,但是公开的技术可以采用相关于检测电流对检测的光强度的任何适当修改。

[0030] 相关于检测的电流规范化的检测的电弧光强度可以提供对焊接工艺更加有效的控制,而不论焊炬26有多热、使用的电缆长度或类型,或者其他电压贡献。例如,随着焊丝24与工件14上的熔池之间的距离(即,电弧长度)接近于零,传感器48检测的光强度也接近于零。这与传感器52检测的电压形成对照,该传感器仍然测量加起来能高达大约20V的阳极和阴极压降值。

[0031] 又如,以下推导示出了焊接电弧12的规范化的光强度的变化可以比针对电弧长度的给定增加测量的电压的对应变化大大约10倍。再者,规范化的光强度与焊接电弧长度成正比。从焊炬26的导电嘴到工件14的电压降由以下等式给出:

$$V_{tot} = V_{con} + V_{EE} + V_A + V_C + V_{arc} \quad (1)$$

[0033] 在等式1中, V_{tot} 是总的电压降。 V_{con} 、 V_{EE} 、 V_A 、 V_c 和 V_{arc} 分别表示焊炬26的导电嘴上的电压降、电焊条延伸体上的电压降、阳极上的电压降、阴极上的电压降以及焊接电弧12上的电压降。对于提供到焊丝24的电流以及焊丝的电焊条延伸体的给定组合,焊接系统10的其他部分上的电压降的总和保持相对恒定:

$$[0034] \quad \gamma = V_{con} + V_{EE} + V_A + V_c \quad (2)$$

[0035] 对于典型GMAW焊接系统, γ 的大小可以是大约20V。焊接电弧12上的电压降与焊接电弧12的电弧长度相关:

$$[0036] \quad V_{arc} = \beta * l_{arc} \quad (3)$$

[0037] 在等式3中, l_{arc} 表示焊接电弧长度,并且 $\beta \cong 20V/\text{英寸}$ 。可以根据以下等式描述来自焊接电弧12的光输出:

$$[0038] \quad L_{out} = \lambda * l_{arc} \quad (4)$$

[0039] 在等式4中, L_{out} 表示光输出,并且 λ 表示焊接电弧12上输送的每安培电流每单位长度的焊接电弧12的光输出。然后,在以下等式中描述了对于焊接电弧长度的给定变化,即由电压传感器52检测的电压的百分比变化:

$$\begin{aligned}
 [0040] \quad \% \Delta V &= 100 * \left| \frac{V_1 - V_2}{V_1} \right| = 100 * \left[\frac{(\gamma + \beta * l_{arc_1}) - (\gamma + \beta * l_{arc_2})}{(\gamma + \beta * l_{arc_1})} \right] \\
 &= \frac{100 * \beta * \Delta l_{arc}}{(\gamma + \beta * l_{arc_1})} \\
 &= \frac{100 * \Delta l_{arc}}{\left(\frac{\gamma}{\beta} + l_{arc_1} \right)} \quad (5)
 \end{aligned}$$

[0041] 在等式5中, $\% \Delta V$ 是百分比电压变化, V_1 和 V_2 分别是第一和第二测量电压, l_{arc_1} 、 l_{arc_2} 和 Δl_{arc} 分别是第一焊接电弧长度、第二焊接电弧长度以及第一焊接电弧长度与第二焊接电弧长度之间的差值。如此前所述, β 和 γ 具有大约相同的值(例如,20),所以等式可以进一步简化成如下:

$$[0042] \quad \% \Delta V \cong \frac{100 * \Delta l_{arc}}{(1 + l_{arc_1})} \quad (6)$$

[0043] 上述等式6表示检测到的电压变化与焊接电弧长度变化之间的关系。以下等式表示焊接电弧12发出的光的变化与给定焊接电流的焊接电弧长度的变化之间的关系:

$$\begin{aligned}
 [0044] \quad \% \Delta L &= 100 * \frac{(\lambda * l_{arc_1} - \lambda * l_{arc_2})}{\lambda * l_{arc_1}} \\
 &= \frac{100 * \Delta l_{arc}}{l_{arc_1}} \quad (7)
 \end{aligned}$$

[0045] 以下两个实例表示使用电压作为用于控制焊接电弧长度的反馈变量与使用电弧光作为用于控制焊接电弧长度的反馈变量之间的差值。第一实例表示响应电弧长度从.12"

到.10”的变化或减小16.7%的对应变化:

$$[0046] \quad \% \Delta V = \frac{100 * \Delta l_{arc}}{(1 + l_{arc_1})} = \frac{100 * .02}{1 + .02} = 1.67\% . \quad (8)$$

$$[0047] \quad \% \Delta L = \frac{100 * \Delta l_{arc}}{l_{arc_1}} = \frac{100 * .02}{.12} = 16.7\% . \quad (9)$$

[0048] 下一个实例表示响应电弧长度从.10”到.16”的变化或增大60%的对应变化:

$$[0049] \quad \% \Delta V = \frac{100 * \Delta l_{arc}}{(1 + l_{arc_1})} = \frac{100 * .06}{1 + .06} = 5.66\% . \quad (10)$$

$$[0050] \quad \% \Delta L = \frac{100 * \Delta l_{arc}}{l_{arc_1}} = \frac{100 * .06}{.10} = 60.0\% . \quad (11)$$

[0051] 如以上实例所示,给定焊接电流的光强度的变化与焊接电弧12的电弧长度的变化成比例。电弧光强度(由传感器48检测)可以是比单独检测的电压更精确的电弧长度指标。

[0052] 图2是用于操作焊接系统10的方法70的实施例的工艺流程图。方法70包括通过光传感器48检测(方框72)焊接电弧12的光强度,并且通过电流传感器50检测(方框74)提供到电焊条(例如,焊丝24)的电流。此外,方法70包括通过控制电路40相关于检测的电流对检测的光强度规范化(方框76)以确定焊接电弧12的规范化光强度。方法70进一步包括基于规范化光强度控制(方框78)焊接参数(例如,从电源16等输出的电流或电压)。此方法70的其他变型和/或增设可以用于控制宽范围的焊接应用中的焊接工艺,如以下详细所述。

[0053] 因为电弧长度、电弧光强度和流过焊接电弧12的电流之间的关系,对光强度信号规范化(方框76)可以用于维持所期望的焊接电弧长度。如以上的推导所示,对于任何给定的电流水平,检测的光强度一般与焊接电弧长度成比例。更具体地讲,在任何给定电流,焊接电弧12的每个体积单元(在焊丝24与工件14之间延伸的等离子体柱)发出总量与该单元的温度成比例的光。随着电弧长度增大,焊接电弧12的体积单元的数量增加,因此,发出光的总量也成比例地增加。以下等式中提供了全部的发出光与电弧长度之间所得的关系:

$$[0054] \quad L_{out}(l_{arc}) = \lambda * l_{arc} * P(I) . \quad (12)$$

[0055] 在等式12中, λ 表示每单位长度的光单元的数量,并且 $P(I)$ 表示在电流 I 时每体积单元的光输出。如果电弧长度保持恒定,正如控制焊接操作所期望的,根据以下等式,每体积单元的光输出与流过它的电流量成比例地增加:

$$[0056] \quad P(I) = \eta * I_{arc} . \quad (13)$$

[0057] 在等式13中, η 表示每安培每体积单元发出的光。因此,等式13可以代入等式12中以得到将焊接光强度与焊接电弧长度和电流联系起来的以下等式:

$$[0058] \quad L_{out}(l_{arc}, I_{arc}) = \lambda * l_{arc} * \eta * I_{arc} . \quad (14)$$

[0059] 应该指出的是,上述等式14与电焊条延伸体的变化所引起的焊接电弧12上的电压降的任何变化无关。然而,流过焊接电弧12的电流可以随着焊丝24的电焊条延伸体的变化而变化。由于焊丝24从焊炬26进一步延伸,例如,焊丝24内的焦耳热会增加。因此,使用更少的能量熔化焊丝24并将其转移到熔池中,这使流过焊接电弧12的焊接电流减小。如等式14所示,由于光强度与焊接电流成比例,所以即使电弧长度不发生变化,焊接电弧12的光输出也会降低。因此,为了提供对焊接电弧长度的正确控制,相关于电流对光强度规范化是比较

理想的,如以上参照方法70所述。在以下等式中详细说明了这种规范化:

$$[0060] \quad L^*_{out}(l_{arc}, l_{arc}) = \frac{\lambda * l_{arc} * \eta * l_{arc}}{\eta * l_{arc}}. \quad (15)$$

[0061] 在等式15中, L^*_{out} 代表规范化的光强度。具体地讲,等式14的光强度除以流过焊接电弧12的检测电流,乘以因子 η 。等式15简化为以下等式16,后者直接将规范化的光强度与电弧长度控制变量联系起来。规范化的光强度可以与电弧长度成正比,从而使其成为比检测的电压降更精确的反馈变量。

$$[0062] \quad L^*_{out}(l_{arc}) = \lambda * l_{arc}. \quad (16)$$

[0063] 因为规范化的光强度对焊接电弧长度的变化高度敏感,所以在某些GMAW焊接环境中,例如,脉冲喷射GMAW焊接工艺,其可以提供更精确的控制。提供到电焊条的高焊接电流与低焊接电流之间的这种焊接工艺循环通常使用矩形脉冲方法。然而,通过电弧光强度反馈提供的敏感控制可以通过叠加在平均焊接电流上的正弦波来产生自适应脉冲波形。用单频正弦波形驱动焊接工艺可以优于常规的矩形脉冲。例如,正弦波形控制由于逐渐升高到峰值脉冲安培值并且从峰值脉冲安培值逐渐下降而可能产生减小水平的广谱电磁噪声。当系统在特定频率脉动时,电磁噪声的减小会导致从系统输出的可闻噪声的减小。此外,从初始电流到峰值电流以及从峰值电流到初始电流的平滑过渡会减小不希望的熔化,否则,该不希望的熔化会在焊丝24的尖端发生。

[0064] 方法70可以用于提供对正弦波形的连续调节以表明电弧长度的变化,如通过规范化的光强度测量所标识的。在一些实施例中,规范化的光强度控制可以响应由液滴分离引起的电弧长度变化来调节焊接参数。也就是说,由于焊丝24在导电嘴熔化,熔化的焊丝24的液滴释放并沉积在工件14的焊缝上。由于释放液滴,从而减小电弧长度,控制电路40可以增加流到焊丝24的电流,从而便于液滴转移。在依靠电压反馈来控制焊接参数的常规焊接系统中一般不鼓励这种方式的液滴转移。与增加电流以释放液滴相反,这些系统可以响应由液滴形成引起的检测电压增加而减小电流。

[0065] 图3是焊炬26的实施例的透视图,该焊炬具有通过安装装置88安装在焊炬26上的光传感器48。光传感器48可以拦截来自焊接电弧12的光,该光传感器将检测的光强度转换成发送到控制电路40供处理的电信号。在图示的实施例中,光传感器48通过导线90将反馈信号通信到控制电路40,该导线可以通过焊接电缆27延伸并且从送丝机20延伸到电源16。然而,在其他实施例中,光传感器48可以无线地通信信号。控制电路40可以相关于流过焊丝24的检测的电流对信号规范化,并且基于规范化的光强度将控制信号提供到电力转换电路42。然后,电力转换电路42可以调节输出到焊丝24的电力以维持所期望的电弧长度,因此维持一致的焊珠92。

[0066] 光传感器48可以包括能响应入射光输出电信号的任何器件。例如,光传感器48可以包括一个或多个光伏电池、光敏二极管、光阻元件或它们的组合。在一些实施例中,光传感器48可以被配置成输出与检测的光成线性比例的电信号。在其他实施例中,光传感器48内的非线性可以通过控制电路40映射到对应的线性化函数。

[0067] 光传感器48可以通过安装装置88以相对于焊接电弧12的特定位置和取向安装在焊炬26上。焊接电弧12的位置和/或形状在整个焊接过程中可以变化,尤其是可以随着焊丝24的电焊条延伸体的变化而变化。例如,焊接电弧12相对于焊炬26的位置可以由于变化的

电焊条延伸体而变化高达大约1英寸。因此,光传感器48可以被配置成一致地检测从焊接电弧12发出的光强度,而不论焊接电弧12在给定时刻相对于焊炬26的精确位置。光传感器48可以安装在相对于焊炬26的位置,使得光传感器48的检测表面的轴94平行于与焊炬26的喷嘴98对准的轴96。因此,轴96和94相对于工件14的角度 θ_1 和 θ_2 可以互为补角。此外,光传感器48可以安装成并且/或者调节成提供光在光传感器48上所期望的入射角 θ_3 ,或者轴94与从光传感器48到焊接电弧12的线100之间的角度。可以调节线100的距离以及入射角 θ_3 以确保工件14上的熔池或任何系统元件不遮挡的情况下在光传感器48的检测表面上采集到所有从焊接电弧12发出的光。

[0068] 图4示出了光传感器48的实施例,从与光传感器48的检测表面120垂直的视角观察。在图示的实施例中,光传感器48包括三个光伏传感器122的线性阵列,每个光伏传感器位于单个芯片124上。芯片124可以包括被配置成将连接的光伏传感器122所检测的入射光转换成电信号的电路。光伏传感器122可以电性串联起来,使得表示到达每个光伏传感器122的光的总量的信号可以结合到从光传感器48输出的一个电信号中。检测表面120或者装上光伏传感器122的外壳可以是如图所示的圆形,或者任何其他所期望的形状。光伏传感器122沿着轴94线性布置,该轴与轴96基本平行(例如,在某些实施例中,在小于大约1-2度的公差内),并且因此与从喷嘴98出来的焊丝24基本平行。光伏传感器122可以布置成使得传感器阵列的顶缘与底缘之间的纵向距离126至少是所期望的距离。该所期望的距离可以与焊丝24的电焊条延伸体的预期变化有关,使得光伏传感器122甚至在焊接电弧12的位置相对于光传感器48变化时也检测来自焊接电弧12的整个长度的光。光传感器48的其他实施例可以包括不同数量、类型和布置的感测元件,这些感测元件用于产生表示焊接电弧12给出的总的光强度的信号。

[0069] 焊接电弧12发出的光可以如此强烈以至于它有可能使光伏传感器122饱和,尤其是当焊接电弧12上维持较高的电流时。为了防止光伏传感器122完全饱和,光传感器48可以在光伏传感器122上包括中性密度滤光片。在其他实施例中,可以增加从光传感器48到焊接电弧12的距离(例如,线100),可以改变入射角 θ_3 ,并且/或者可以改变焊炬26相对于工件14的角度 θ_1 以减小完全饱和的可能性。

[0070] 除仅仅使用规范化的光强度来控制焊接参数之外,焊接系统10的一些实施例可以使用与规范化光强度组合的电压反馈以提供焊接工艺的反馈控制。作为这种类型的控制实例,图5是基于检测的光强度、检测的电流和检测的电压用于操作焊接系统10的方法140的实施例的工艺流程图。方法140包括通过光传感器48检测(方框72)光强度,通过电流传感器50检测(方框74)电流,并且相关于检测的电流对检测光强度规范化(方框76),如参照图2的方法70的详细描述。方法140还包括通过电压传感器52检测(方框142)从电源16提供到焊丝24的电力的电压。该检测的电压可以包括焊炬26上的接触点与工作电缆36之间的电压降。电压传感器52可以发送表示检测的电压信号到控制电路40用于与规范化的光强度一起处理。

[0071] 方法140的剩余部分包括基于检测的电压和规范化的光强度两者控制(通过提供控制信号到电力转换电路42)焊接参数(例如,电流、电压等)。在某些实施例中,方法140包括确定(方框144)检测的电压是否在预定阈值以上。方法140还可以包括确定(方框146)规范化的光强度是否在预定阈值以上。

[0072] 方框144和146可以表示评价两个输入信号(规范化的光强度和电弧电压)并且确定应当认为哪个信号有效的控制电路40。在一些实施例中,控制电路40可以评价基于这些输入信号计算的控制信号以确定应当将哪个控制信号发送到电力转换电路42。例如,如果表示检测的电压的信号在电压阈值以上,但是表示规范化的光强度的信号不在光强度阈值以上,那么控制电路40可以基于检测的电压来控制(方框148)焊接参数。这在以下情况下发生:控制电路40基于规范化的光强度确定焊接电弧12发出的光被阻挡在光传感器48的视野之外。例如,焊炬26可以以这种方式相对于工件14定向:工件14的一部分阻挡焊接电弧的光到达光传感器48。因此,光传感器48所检测的光,相应地规范化的光强度不在阈值以上。然而,由于焊接电弧12上的电压降,电压传感器52可以检测在对应的电压阈值以上的电压。此时,焊接系统10可以将检测的光信号视为已劣化。与响应低的规范化的光强度增加供应到焊丝24的电力(这有可能使焊丝24过热)相反,控制电路40可以切换到电压反馈控制。控制电路40可以基于检测电压提供控制信号到电力转换电路42用于焊接参数调节。可以使用电压反馈直到规范化的光强度返回的正常水平(在其阈值以上),从而表明其不再受到阻挡或劣化。以此方式,电压测量充当光强度测量的失效保护。

[0073] 当检测的电压和规范化的光强度两者被确定为(方框144和146)在它们各自的阈值以上时,方法140可以包括基于规范化的光强度控制(方框150)焊接参数。电压测量充当规范化的光强度有效的确认。如上所述,因为规范化的光强度是比检测的电压相对更加准确的焊接电弧长度的指标,所以规范化的光强度就可以用作控制输入。

[0074] 如果确定(方框144)检测的电压在电压阈值以下,则这可以表示短路。由于这种确定,焊接系统10可以通过应用基于规范化的光强度控制信号来清除短路。焊接系统10的其他实施例可以通过切换电压反馈以便运行短路清除程序,例如,受控金属沉积工艺来清除短路。

[0075] 控制电路40可以使用检测的电压来执行除了作为规范化的光强度信号的失效保护之外的其他控制功能。例如,控制电路40可以基于使用来自光传感器48、电流传感器50和电压传感器52的信息的混合控制提供用于控制焊接电弧12的信号。举例来说,规范化的光强度可以与检测的电压结合使用以控制受控金属沉积(RMD)工艺。RMD工艺可以控制电力输出使得焊丝24使焊接电弧12短路。在这些工艺中,焊接电弧12上的电压降可以提供与从焊丝24滴下的材料的熔化柱的颈缩有关的信息。规范化的光强度可以用于在整个工艺中维持所期望的焊接电弧长度,而检测的电压可以用于监测与金属沉积有关的参数。因此,RMD工艺在仍然维持控制金属沉积的同时可以利用对电弧长度变化相对敏感响应。在其他焊接应用中,电压反馈同样可以增强通过规范化的光强度可实现的控制。例如,控制电路40可以主要依赖于规范化的光强度反馈信号来控制电力输出,并且可以基于能够从检测的电压确定的电焊条延伸体信息来精细调节焊接电流。

[0076] 通过相关于检测的电流对检测的光强度规范化,能够维持一致的焊接电弧12的长度,而不论焊丝24通过焊接系统10前进的送丝速度如何。更具体地讲,焊接系统10可以在调节送丝机20的送丝速度时基于规范化的光强度自动调节焊接参数以维持所期望的电弧长度。图6示出了随着送丝机20的送丝速度变化而对焊接参数自动调节的实例的曲线图160。图示的曲线图160示出了相关于时间(横坐标164)的焊接参数(纵坐标162)。焊接参数包括提供到焊丝24用于产生焊接电弧12的电流(轨迹166)和电压(轨迹168)。从时间T1至时间

T2,送丝速度从每分钟大约240英寸逐渐增加到每分钟大约600英寸。随着送丝速度的增加,通过电源16供应到焊丝24的电力的电流和电压也增加。

[0077] 在焊接系统10中,在送丝速度变化时,规范化的光强度控制在维持所期望的焊丝电弧长度的同时可以自动调节焊接参数。这可以允许操作者容易地设置焊接参数,因为操作者在调节送丝速度时没必要手动调节焊接电压。这种类型的自动控制无法使用提供恒定的电压输出以便维持恒定的电弧长度的常规焊接系统。在这种系统中,送丝速度变化会影响电压和电弧长度之间的关系。因此,为了维持所期望的焊接电弧长度,操作者不得不相应地改变电源16上的电压设置。使用光强度反馈自动控制电流和电压两者可以提高焊接系统10在送丝速度在整个焊接过程中变化的模式中的性能。例如,规范化的光强度可以用于控制在时变沉积模式中工作的焊接系统10,在此模式中,送丝速度周期性地变化以获得所期望美化外观的焊珠。

[0078] 应该指出的是,在对检测的光强度的规范化中,仅当表示光强度的信号与表示焊接电流的信号彼此同相时,等式15的输出才可以简化为等式16。如果从传感器48和50接收的信号不同相,则控制电路40在光强度规范化期间可以应用合适的增益因子。尽管光和电流的物理参数实际上同相,但在由控制电路40对信号应用电子滤波之后,由传感器48和50产生的信号也可能不同相。图7示出了适用于感测的参数之间的相移的有效增益值的曲线图180。轨迹182表示相关于时间184的第一参数信号(例如,检测的光强度),并且轨迹186表示相关于时间184的第二参数信号(例如,检测的电流)。另一个轨迹188表示通过将第一轨迹182的幅值除以第二轨迹186的幅值来确定的相关于时间184的有效增益值190。具体地讲,第三轨迹188示出了相同频率和幅值的两个正弦波(轨迹182和186)之间相移的效果。滞后波形(轨迹186)可以表示以大约.00022s的滤波器时间常数对表示检测的电流的信号进行RC滤波的效果。在图示的实施例中,从该除法得到的有效增益值190在正弦波的每个周期内可以在大约.64与1.56之间变化。控制电路40可以被配置成控制由于检测的信号之间的相移引起的有效增益值190以执行对检测的光强度进行精确的规范化并且提供焊接参数的稳定控制。更具体地讲,规范化步骤可以包括基于相移确定有效增益值,用检测的光强度除以检测的电流,并且根据有效增益值校正被除的光强度。

[0079] 图8是控制电路40的实施例的示意图,该控制电路用于基于规范化的光强度对检测的光强度规范化并且控制焊接参数。控制电路40被配置成接收表示检测的光强度和检测电流的信号,并且至少部分地基于规范化的光强度信号提供控制信号到电源16。图示的控制电路40允许用于基于规范化的光强度确定控制信号,基于表示检测的电压的信号确定控制信号,并且在这些控制信号之间切换,如参照图5所述。控制电路40分成执行不同功能的多个块。应该指出的是,图示的电路是示例性的并且可以利用单个电路元件的其他组合来执行以下描述的功能。此外,根据例如电压是否被提供作为用于控制输入或者焊接系统10所执行的控制类型等因素,在控制电路40的一些实施例中可以存在或不存在某些功能块。

[0080] 控制电路40的第一方框200可以包括用于调节输入光强度信号204的高阻抗差分放大器202。信号204可以由光传感器48产生,如图1所示,并且作为第一方框200中的电压降输入。第一方框200可以被配置成施加大约 λ 的增益,该增益与每个单位长度的焊接电弧12的光元件的数量对应。调节过的信号输入到控制电路40的第二方框208中的除法单元206的分子位置。

[0081] 控制电路40的第三方框210可以调节从电流传感器50接收的检测的电流信号。更具体地讲,第三方框210可以包括可变增益运算放大器212,该可变增益运算放大器被配置成施加与 η 对应的增益。一旦按照这种方式调节电流信号,就可以将其提供到第二方框208中的除法器单元206的分母。图示的除法器单元206可以被配置成产生与上述等式16一致的输出。然而,在图示的实施例中,除法器单元206接收根据以下等式的分母中的附加项 γ :

$$[0082] \quad I_{out}^{*}(I_{arc}, I_{arc}) = \frac{\lambda * I_{arc} * \eta * I_{arc}}{\eta * I_{arc} + \gamma}, \quad (17)$$

[0083] 可以包括等式17的附加项 γ 使得除法器单元206在电流信号接近零时不会失效或者产生最大输出。如控制电路40的第四方框216所示,可以由电位计214设置附加项 γ 。除除法器单元206之外,第二方框208可以包括运算放大器218以调节除法器单元206的输出从而使规范化的光强度信号缩放到用于输入电力转换电路42的合适水平。这可以涉及缩放规范化的光强度 λ 倍以根据等式4确定与电弧长度有关的信号。

[0084] 在图示的实施例中,控制电路40被配置成根据信号与预定的阈值关系在规范化的光强度反馈与电压反馈之间切换。因此,图示的控制电路40还包括第五方框220,第五方框用于接收来自电压传感器52的检测电压信号并且将其转换成适用于输入到电力转换电路42的控制信号。这可以包括通过运算放大器222缩放电压信号 β 倍以根据等式3来确定与电弧长度有关的信号。

[0085] 第六方框224充当将光反馈信号和电压反馈信号与预定阈值进行比较的逻辑部分,如参照图5所述。第六方框224可以接收来自第二方框208和来自第五方框220的输入。来自第二方框208的输入(作为基于规范化的光强度的控制信号)可以提供到第一比较器226以将该信号与预定的阈值进行比较。类似地,来自第五方框220的输入(作为基于电压的控制信号)可以提供到第二比较器228以将该信号与预定阈值进行比较。比较器226和228的输出则可以充当第六方框224中的一系列逻辑门230的输入。

[0086] 第七方框232包括两个开关234和236,这两个开关可以由第六方框224的逻辑门230响应比较器226和228的输出来驱动。例如,基于规范化的光强度的控制信号可以在预定阈值以上,如同比较器226所确定的,并且基于检测电压的控制信号可以在预定阈值以上,如同比较器228所确定的。响应于此确定,逻辑门230可以发送信号到第一开关234以关闭开关234,从而基于规范化的光强度提供控制信号到电力转换电路42。然而,如果光传感器48观察焊接电弧12的光被阻挡,则基于规范化的光强度的控制信号可以在预定阈值以下,如同比较器226所确定的。此时,基于检测的电压的控制信号可以保留在预定阈值以上,如同比较器228所确定的。响应来自比较器226和228的这种输入,逻辑门230可以提供信号到第二开关236以关闭开关236。这样每当规范化的光强度信号劣化时提供基于检测电压的控制信号到电力转换电路42。

[0087] 控制电路40的其他布置方式同样是可行的。例如,在某些实施例中,控制电路40可以仅包括开头四个方框200、208、210和216,使得焊接参数的控制完全基于规范化的光强度。在其他实施例中,可以存在使基于规范化的光强度的控制信号和基于电压的控制信号结合以提供混合控制信号到电力转换电路42的附加逻辑。在另外其他实施例中,基于规范化的光强度的控制信号可以用于控制某些焊接参数,并且基于检测的电压的控制信号可以用于控制不同的焊接参数。

[0088] 光传感器48的当前实施例可以用于控制全自动和半自动焊接系统10中的焊接参数。更具体地讲,光传感器48可以安装在由机器人控制或操作者手动操作的焊炬26上。在操作者定位焊炬26的某些实施例中,需要将光传感器48安装在除焊炬26之外的位置。举例来说,图9提供了传感器48的实施例的透视图,该传感器安装在由焊接操作者252穿戴的焊接头盔250上。操作者252一般维持不受阻挡地观察焊接电弧12,以便有效地操作焊炬26以产生高质量焊缝。因此,将光传感器48定位在焊接头盔250的前缘可以确保适当地检测从焊接电弧12发出的光。如此前所述,光传感器48可以包括单个光传感器或光传感器阵列,例如图4所示的阵列。

[0089] 入射到光传感器48上的光随光传感器48与焊接电弧12之间的距离变化而不同。由于光传感器48没有直接安装在焊炬26上,光传感器48与焊接电弧12之间的距离会在整个焊接过程中变化。因此,可能有用的是,检测光传感器48到焊接电弧12的距离。这可以通过不同的方式来完成。例如,光传感器48可以包括元件或者与其耦接,该元件测量声波从焊接电弧12到光传感器48的飞行时间。控制电路40可以基于入射到光传感器48上的光以及检测到的光传感器48与焊接电弧12的接近程度来确定光强度。在某些实施例中,焊接系统10可以让检测的光强度信号不相关于光传感器48与焊接电弧12之间的距离补偿。在这些实施例中,操作者252可以通过相对于焊接电弧12移动(箭头254)焊接头盔250上的光传感器48来控制焊接电弧长度。这样在维持通过规范化的光强度反馈对电弧长度的变化的敏感性的同时可以给操作者250提供增加的控制。如图所示,光传感器48可以无线地通信信号到控制电路40。这对于光传感器48安装在头盔250上的实施例是理想的,使得操作者可以相对于电源16自由移动。

[0090] 尽管本文仅仅对本发明的某些特征进行图示并描述,但是本领域的技术人员可以对本发明做出许多修改和变更。因此,应当理解的是,附加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。

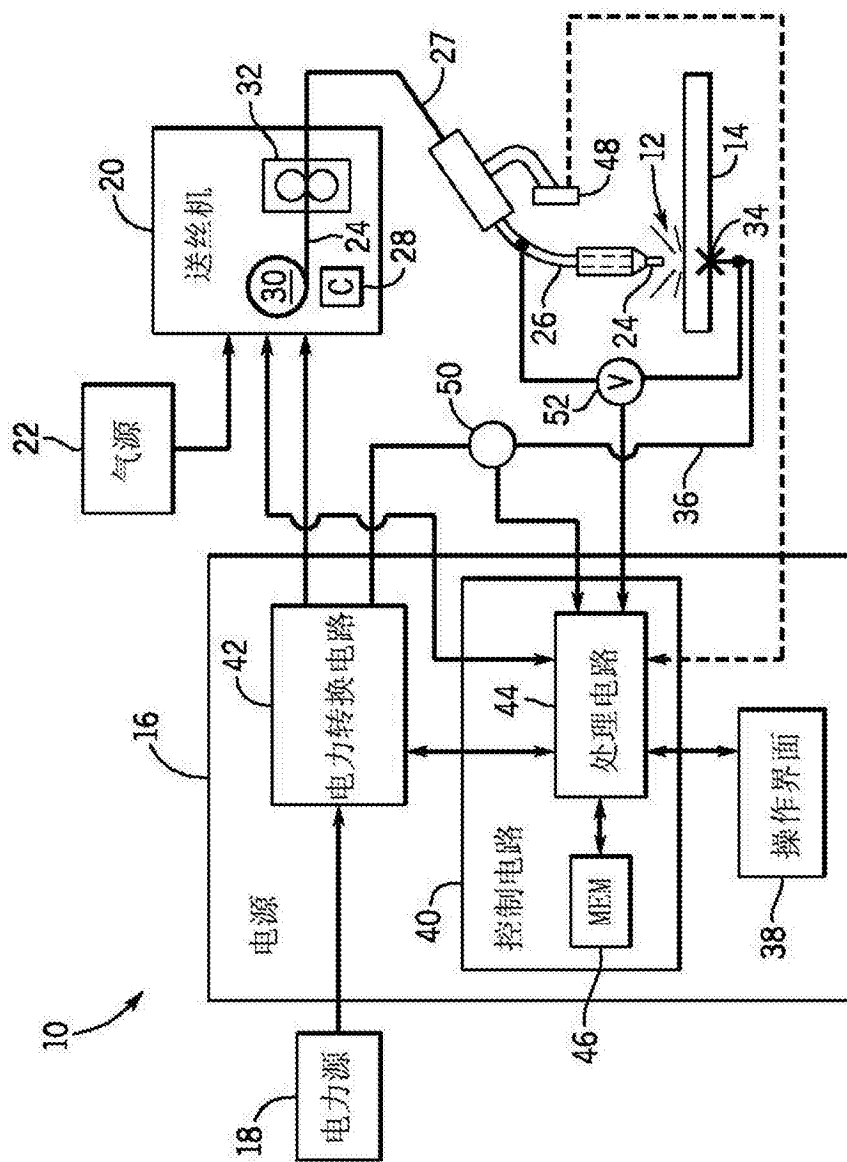


图1

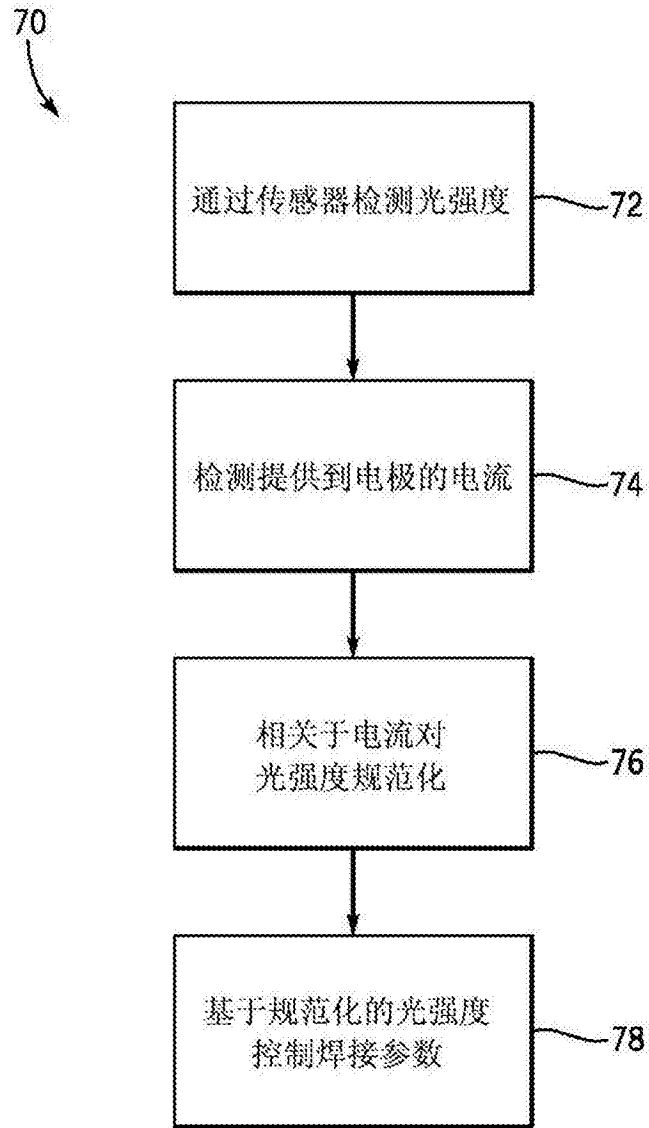


图2

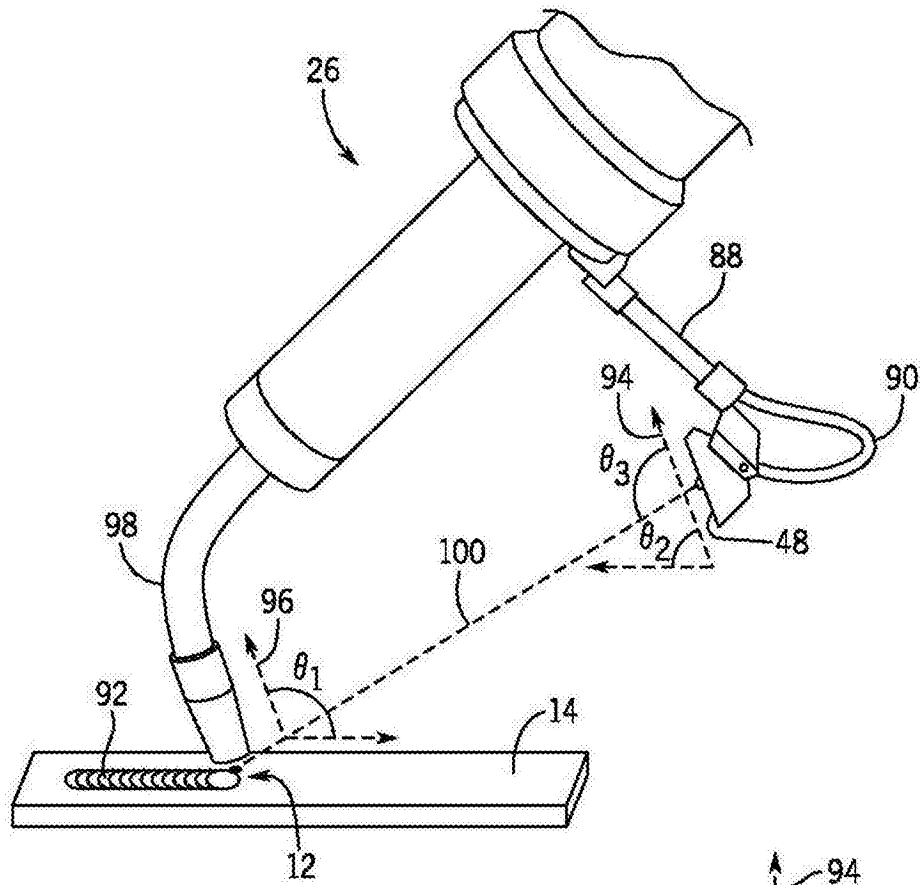


图 3

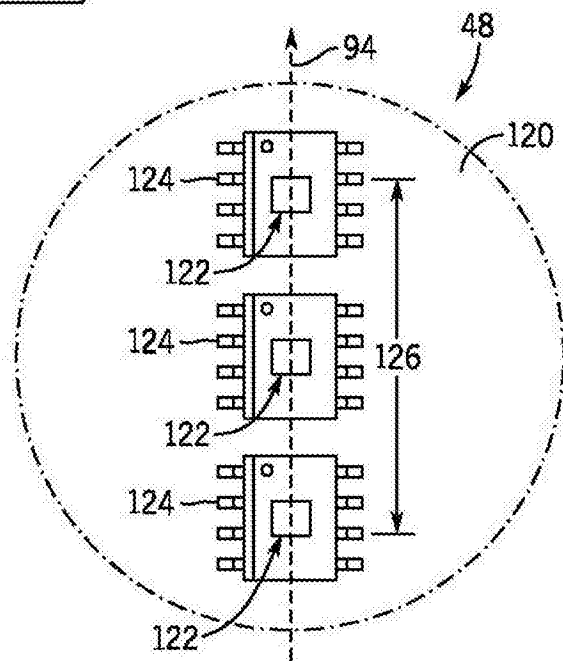


图 4

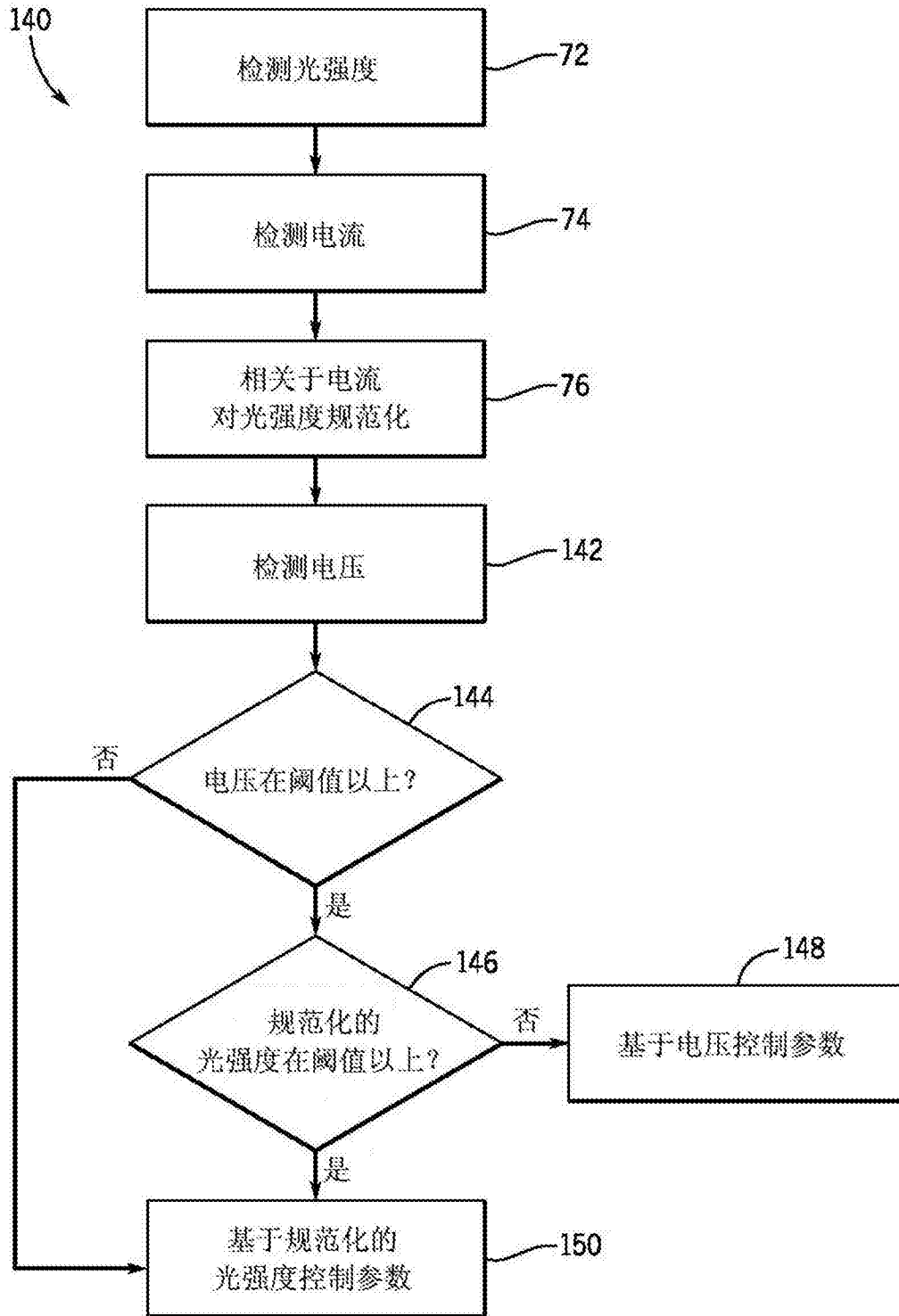


图5

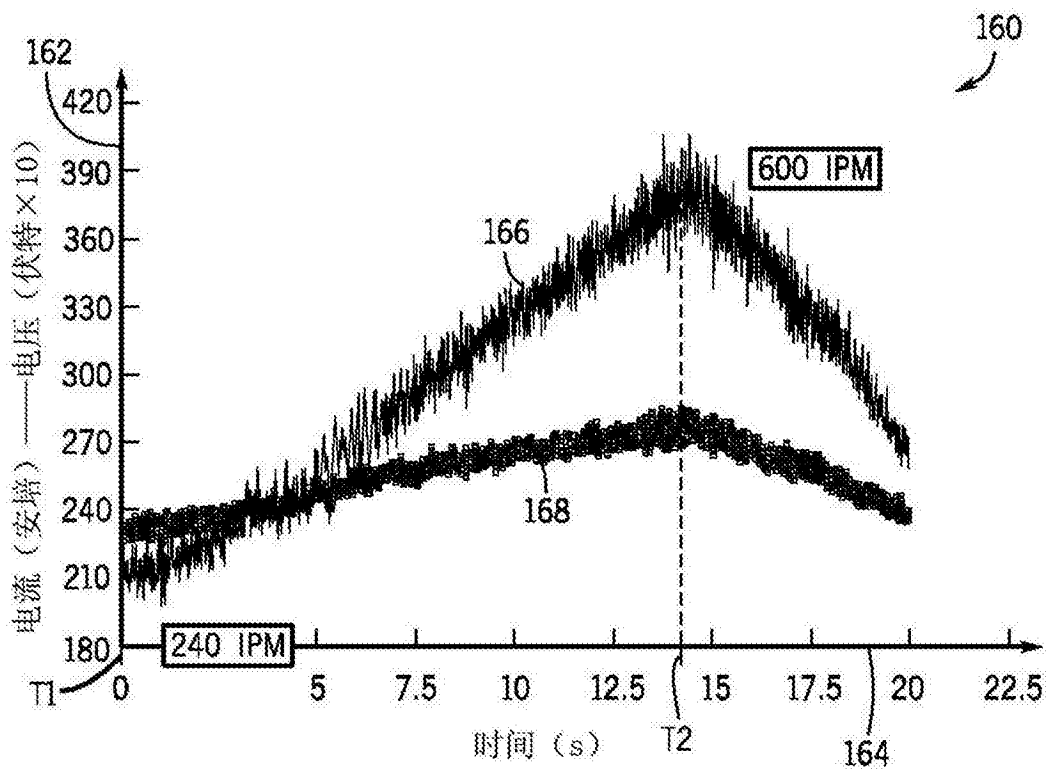


图6

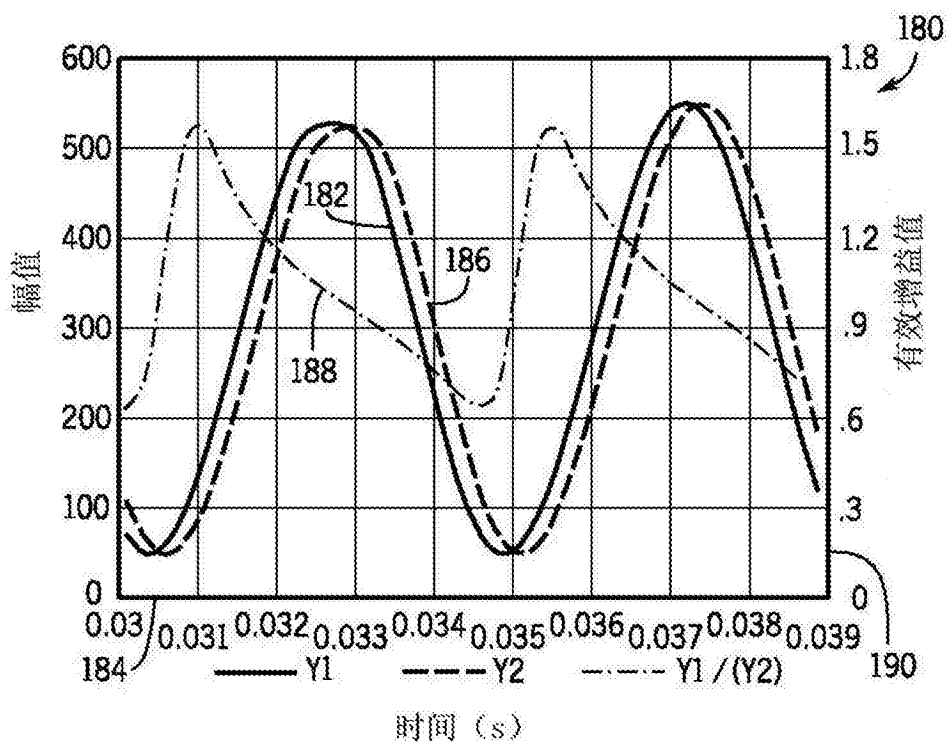


图7

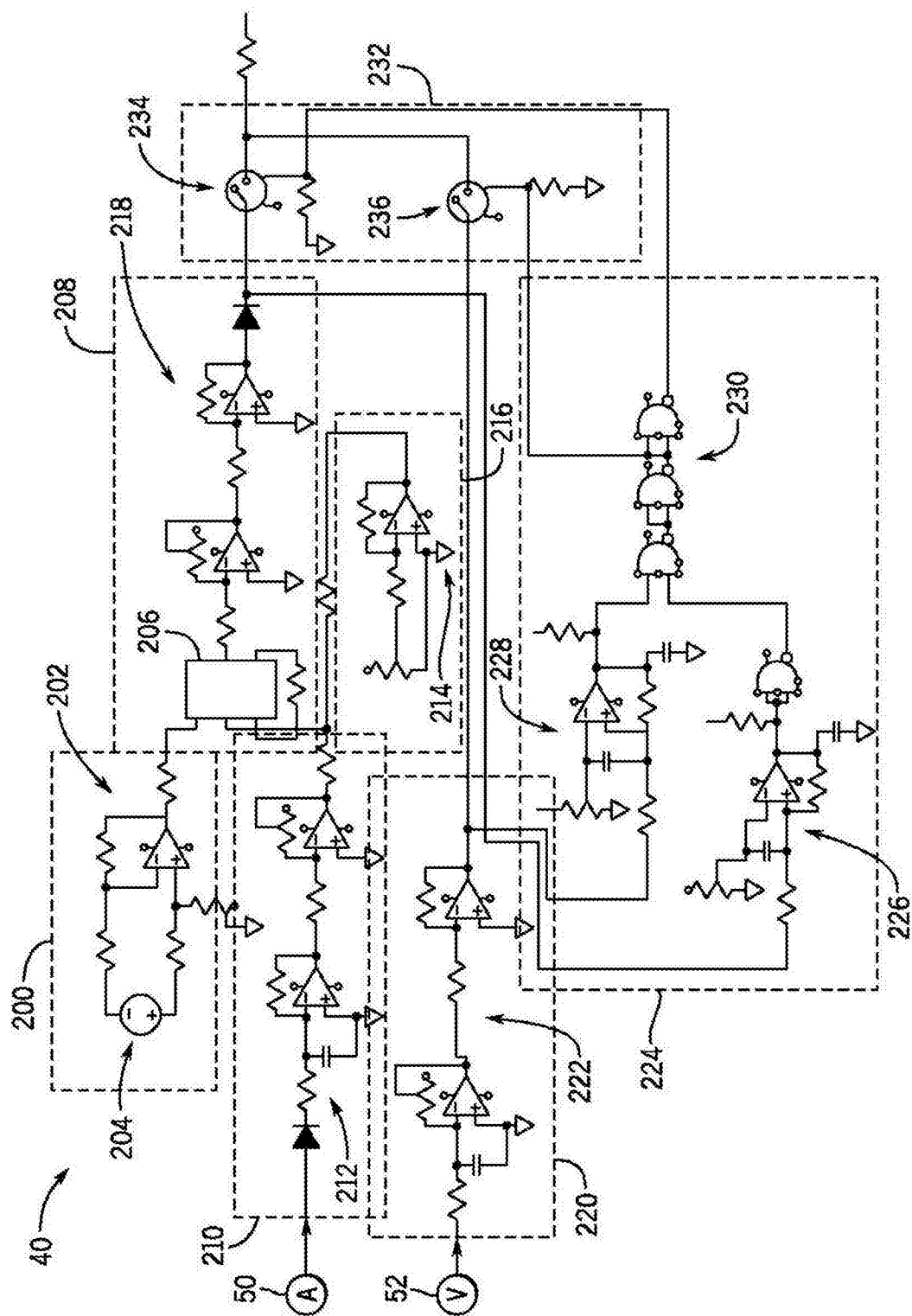


图8

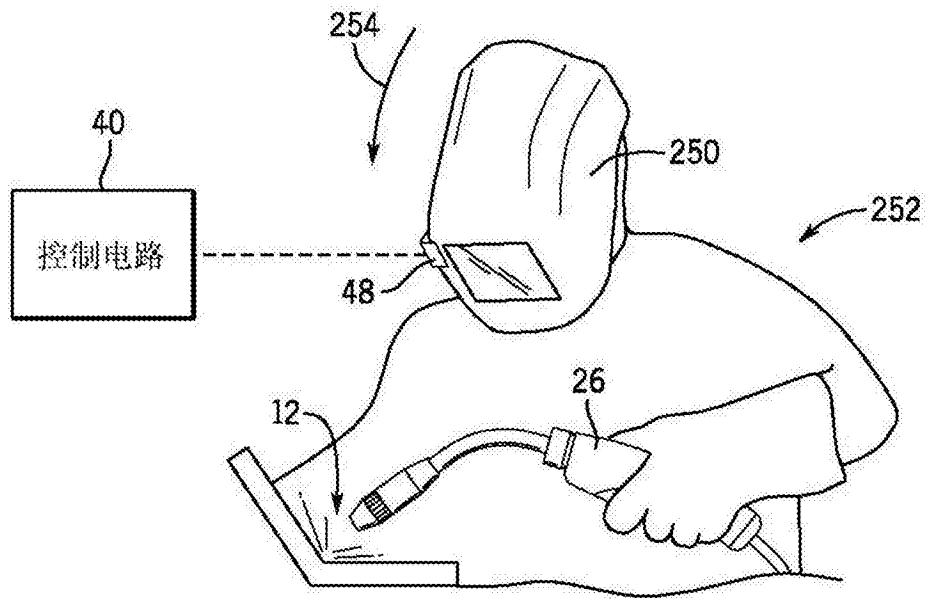


图9