



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107635708 B

(45)授权公告日 2019.08.27

(21)申请号 201580076128.9

(22)申请日 2015.10.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107635708 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(30)优先权数据
14/575,731 2014.12.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.08.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/056126 2015.10.18

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/099641 EN 2016.06.23

(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 马克·李·丹尼斯

(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.
H04B 3/54(2006.01)
B23K 9/095(2006.01)
B23K 9/10(2006.01)
B23K 9/12(2006.01)

审查员 王杰

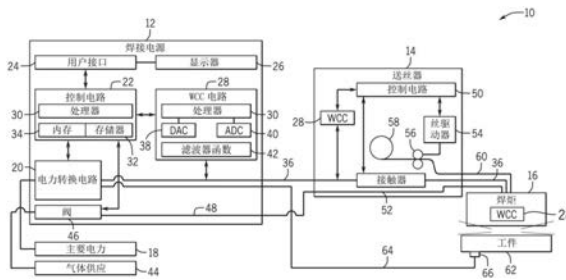
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54)发明名称

用于自适应地控制焊接电缆通信的系统和方法

(57)摘要

一种焊接系统包括焊接电源(12)。焊接电源通过焊接电缆(36)为焊接应用提供焊接电力。此外,焊接电源包括焊接电缆通信电路(28),该焊接电缆通信电路包括接收器,用以从焊接电缆接收数据,并监视焊接电缆的频率激励或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括通过焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率激励或其它干扰信号来调节数据传输特性。



1. 一种焊接系统,所述焊接系统包括:

焊接电源,所述焊接电源被配置为通过焊接电缆为焊接应用提供焊接电力,其中所述焊接电源包括:

焊接电缆通信电路,所述焊接电缆通信电路包括:

接收器,所述接收器被配置为从所述焊接电缆接收数据并且监视所述焊接电缆的频率激励、其它干扰信号或两者的组合,其中所述焊接电缆通信电路被配置成确定对数据传输特性的调节以至少补偿所述频率激励、所述其它干扰信号或两者的组合;以及

发射器,所述发射器被配置为通过所述焊接电缆发送数据,其中所述发射器被配置为依照所确定的调节来调节所述数据传输特性。

2. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述发射器被配置为发送一个或多个调制音频和一个或多个未调制音频。

3. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述发射器被配置为发送调制音频,所述调制音频是用于通过所述焊接电缆发送所述数据的复杂正弦信号。

4. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述发射器被配置为发送未调制音频,所述未调制音频是包括基准振幅、基准相位和基准频率的正弦信号,并且其中所述未调制音频被用作基准信号以确定携带所述数据的音频的补偿系数。

5. 根据权利要求1所述的焊接系统,所述焊接系统包括沿着所述焊接电缆耦接以提供双向数据传输的至少两个发射器和至少两个接收器。

6. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述频率激励与所述焊接电源的开关频率在谐波上相关。

7. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述焊接电缆通信电路被配置为通过阻止使用具有分配的频率的各个音频来调节所述数据传输特性,所述分配的频率与所述频率激励或所述其它干扰信号的频率类似。

8. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述焊接系统被配置为经由所述焊接电缆将所述焊接电力和数据从所述焊接电源提供给送丝器或焊炬。

9. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中,所述发射器被配置为通过改变所述数据的传输频率来调节所述数据传输特性。

10. 一种用于自适应地控制焊接电缆通信的方法,包括:

经由一组音频分配中的初始音频分配,通过焊接电缆从沿着所述焊接电缆设置的发射器发送一个或多个音频;

提供焊接电力和经由所述焊接电缆与焊接系统的数据通信;

采用焊接电缆通信电路监视所述焊接电缆的干扰信号;以及

基于所述干扰信号,将使用所述发射器对所述一个或多个音频的传输从所述初始音频分配改变到第二音频分配。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,采用所述焊接电缆通信电路监视所述焊接电缆包括:

在最低使用的数据发信频率到最高使用的数据发信频率的频率范围,在所述焊接电缆上对所述一个或多个音频执行快速傅立叶变换(FFT);以及

使用所述快速傅立叶变换的结果来确定所述干扰信号的振幅和频率。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中,将所述一个或多个音频的传输从所述初始音频分配改变到所述第二音频分配包括:从所述一组音频分配中选择替代的音频分配。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中,监视所述焊接电缆包括:监视所述焊接电缆的频率激励。

14. 根据权利要求10所述的方法,其中,监视所述焊接电缆的所述干扰信号包括:监视所述焊接电缆的与电源不相关的噪声。

15. 根据权利要求14所述的方法,所述方法包括在焊接应用期间改变数据的传输频率以避免所述干扰信号或与所述电源不相关的所述噪声。

16. 一种焊接系统,包括:

送丝器,所述送丝器被配置成通过焊接电缆接收用于焊接应用的焊接电力,其中所述送丝器包括:

焊接电缆通信电路,所述焊接电缆通信电路包括:

接收器,所述接收器被配置为从所述焊接电缆接收数据,并且监视所述焊接电缆的频率激励、其它干扰信号或两者的组合,其中所述焊接电缆通信电路被配置成确定对数据传输特性的调节以至少补偿所述频率激励、所述其它干扰信号或两者的组合;以及

发射器,所述发射器被配置为通过所述焊接电缆发送数据,其中所述发射器被配置为依照所确定的调节来调节所述数据传输特性。

17. 根据权利要求16所述的焊接系统,其中,所述频率激励与所述焊接系统的焊接电源的开关频率在谐波上相关。

18. 根据权利要求16所述的焊接系统,其中,所述焊接电缆通信电路被配置为通过阻止使用具有分配的频率的各个音频来调节所述数据传输特性,所述分配的频率与所述频率激励或所述其它干扰信号的频率类似。

19. 根据权利要求16所述的焊接系统,其中,所述焊接系统被配置为经由所述焊接电缆将所述焊接电力和数据从焊接电源提供给所述送丝器。

20. 根据权利要求16所述的焊接系统,其中,所述发射器被配置为通过改变所述数据的传输频率来调节所述数据传输特性。

用于自适应地控制焊接电缆通信的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及焊接系统,且更具体地涉及用于焊接电缆通信的系统和方法。

背景技术

[0002] 焊接是在各种行业和应用中变得越来越普遍的过程。尽管对于手工焊接应用继续存在大量应用,但是在某些情况下,此类过程可以是自动化的。在这两种情况下,此类焊接应用依赖于各种类型的设备,以确保在期望的时间以适当的量向焊缝提供焊接消耗品(例如焊丝、保护气体等)的供应。例如,金属惰性气体(MIG)焊接通常依赖于送丝器,以使焊丝能够到达焊炬。在焊接期间连续送丝以提供填充金属。焊接电源确保电弧加热可供使用以熔化填充金属和下面的基底金属。

[0003] 在某些应用中,电力电缆将电力从焊接电源提供给执行焊接应用的焊炬。例如,焊接电源可以提供可以在焊炬和工件之间利用的焊接电压和电流来执行焊接应用。此外,电力电缆还可以在焊接系统的部件之间提供数据传输介质。然而,焊接系统内的电力电缆的布置和特性可能导致焊接电缆系统内的各种失真,这些失真影响通过焊接电缆发送的电力和数据。在这些情况下,可以确定焊接系统的各种干扰变量(例如,电感和电阻)以补偿焊接电缆系统内的各种失真。在一些情况下,焊接电源处的开关电压和电流电平也可能导致通过焊接电缆的数据中的干扰或失真。因此,采用可有效和准确地改变数据传输方案的系统和方法来积极避免焊接电缆的干扰可能是有益的。

发明内容

[0004] 与原始要求保护的本主题在范围上相当的某些实施例概述如下。这些实施例不旨在限制所要求保护的本主题的范围,而是这些实施例仅旨在提供所要求保护的本主题的可能形式的简要概述。实际上,所要求保护的本主题可以涵盖可能与以下阐述的实施例相似或不同的各种形式。

[0005] 在一个实施例中,焊接系统包括焊接电源。焊接电源通过焊接电缆为焊接应用提供焊接电力。此外,焊接电源包括焊接电缆通信电路,该焊接电缆通信电路包括接收器,以从焊接电缆接收数据,并监视焊接电缆的频率激励或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括通过焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率激励或其它干扰信号来调节数据传输特性。

[0006] 在另一个实施例中,一种用于自适应地控制焊接电缆通信的方法包括采用一组音频分配的初始音频分配,通过焊接电缆从沿着焊接电缆设置的发射器发送一个或多个音频。此外,该方法包括经由焊接系统通过焊接电缆提供焊接电力和数据通信。此外,该方法包括采用焊接电缆通信电路监视沿着焊接电缆的至少一个焊接系统特性,以及基于至少一个焊接系统特性将通过发射器传输一个或多个音频从初始音频分配改变至第二音频分配。

[0007] 在另一个实施例中,焊接系统包括送丝器。送丝器通过焊接电缆接收用于焊接应用的焊接电力。此外,送丝器包括焊接电缆通信电路,该焊接电缆通信电路包括接收器,用

以从焊接电缆接收数据,并监视焊接电缆的频率激励或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括通过焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率激励或其它干扰信号来调节数据传输特性。

附图说明

[0008] 当参考附图阅读以下详细描述时,本公开的这些和其它特征、方面和优点将变得更好地理解,其中在所有附图中相同的符号表示相同的部件,在附图中:

[0009] 图1是根据本公开的各方面的带有焊接电源的焊接系统的实施例的框图,所述焊接电源具有焊接电缆通信(WCC)电路;

[0010] 图2是根据本公开的各方面的用于利用信道均衡滤波系数补偿频率和时间依存的振幅和相位失真的方法的实施例的流程图;

[0011] 图3是根据本公开的各方面的用于计算图2的信道均衡滤波系数的方法的实施例的流程图;

[0012] 图4是根据本公开的各方面的图1的焊接系统的实施例的框图,其示出了具有WCC电路和电压感测电缆的焊接电源;

[0013] 图5是根据本公开的各方面的图1的焊接系统的实施例的框图,其示出了电力转换电路的开关调节器电路;

[0014] 图6是根据本公开的各方面的用于确定数据传输的音频范围的方法的流程图;

[0015] 图7是根据本公开的各方面的用于自适应地改变数据传输的音频分配的方法的流程图;

[0016] 图8是根据本公开的各方面的用于数据传输的物理层通信系统的框图;

[0017] 图9是根据本公开的各方面的用于自适应地选择用于数据传输的物理层通信方案的方法的流程图;以及

[0018] 图10是根据本公开的各方面的用于选择用于数据传输的物理层通信方案的选择流程的流程图。

具体实施方式

[0019] 下面将描述本公开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,在说明书中可能不描述实际实施方式的所有特征。应该理解,在任何这种实际实施方式的开发中,如在任何工程或设计项目中,必须做出许多专门针对实施方式的决策来实现开发者的特定目标,诸如遵守与系统相关的和与业务相关的约束,这可能因实施方式而异。此外,应当理解,这种开发工作可能是复杂和耗时的,但是对于受益于本公开的普通技术人员而言,它们将是设计、制作和制造的常规工作。

[0020] 现在转到附图,图1是具有焊接电源12、送丝器14和焊炬16的焊接系统10的实施例的框图。焊接系统10为焊接应用供电、提供控制和供应消耗品。在某些实施例中,焊接电源12直接向焊炬16提供输入电力。焊炬16可以是基于所需的焊接应用而配置用于粘结焊、钨惰性气体(TIG)焊接或气体金属电弧焊接(GMAW)的焊炬。在所示实施例中,焊接电源12被配置为向送丝器14供电,并且送丝器14可以被配置成将输入电力引导到焊炬16。除了提供输入电力之外,送丝器14可以针对各种焊接应用(例如,GMAW焊接、焊剂芯电弧焊(FCAW))为焊

炬14提供填充金属。

[0021] 焊接电源12接收主电力18(例如,从交流电网、发动机/发电机组、电池或其它能量生成或存贮装置或其组合),调节主电力,以及根据系统10的需求向一个或多个焊接装置提供输出电力。主电力18可以从非现场位置提供(例如,主电力可以源自电网)。因此,焊接电源12包括电力转换电路20,该电力转换电路20可以包括诸如变压器、整流器、开关等的电路元件,其能够将AC输入电力转换成AC或DC输出电力,如系统10的需求(例如,特定的焊接过程和方式)所决定的。

[0022] 在一些实施例中,电力转换电路20可以被配置为将主电力18转换为焊接和辅助电力输出。然而,在其它实施例中,电力转换电路20可以适于仅将主电力转换为焊接电力输出,并且可以提供单独的辅助转换器以将主电力转换成辅助电力。此外,在一些实施例中,焊接电源12可以适于接收直接从墙壁插座输出的经转换的辅助电力。实际上,焊接电源12可以利用任何合适的电力转换系统或机构来生成和供应焊接电力和辅助电力二者。

[0023] 焊接电源12包括用于控制焊接电源12的操作的控制电路22。焊接电源12还包括用户接口24。控制电路22可以从用户接口24接收输入,通过该用户接口,用户可以选择一个过程并输入所需的参数(例如,电压、电流、特定脉冲或非脉冲焊接方式等)。用户接口24可以使用任何输入装置接收输入,诸如经由小键盘、键盘、按钮、触摸屏、语音激活系统、无线装置等。此外,控制电路22可以基于用户的输入以及基于其它当前操作参数来控制操作参数。具体地,用户接口24可以包括用于向操作者呈现、显示或指示信息的显示器26。控制电路22还可以包括用于将数据传送到系统10中的其它装置(诸如送丝器14)的接口电路。例如,在一些情况下,焊接电源12可以与焊接系统10内的其它焊接装置无线通信。此外,在一些情况下,焊接电源12可以使用有线连接与其它焊接装置通信,诸如通过经由网络(例如,以太网、10baseT、10base100等)使用网络接口控制器(NIC)来传送数据。特别地,控制电路22可以与焊接电缆通信(WCC)电路28进行通信和交互,如下面进一步详细描述。

[0024] 控制电路22包括至少一个控制器或处理器30,所述控制器或处理器控制焊接电源12的操作,并且可以被配置为接收和处理关于系统10的性能和需求的多个输入。此外,处理器30可以包括一个或多个微处理器,诸如一个或多个“通用”微处理器、一个或多个专用微处理器和/或专用集成电路(ASICs),或其一些组合。例如,在某些实施例中,处理器30可以包括一个或多个数字信号处理器(DSP)。

[0025] 控制电路22可以包括存贮装置32和存储装置34。存贮装置32(例如,非易失性存贮装置)可以包括ROM、闪存、硬盘驱动器或任何其它合适的光学、磁性或固态存储介质或其组合。存贮装置32可以存储数据(例如,对应于焊接应用的数据)、指令(例如,用于执行焊接处理的软件或固件)以及任何其它合适的数据。可以理解,与焊接应用对应的数据可以包括焊炬的姿态(例如,取向)、接触末端和工件之间的距离、电压、电流、焊接装置设定等。

[0026] 存储装置34可以包括诸如随机存取存储器(RAM)的易失性存储器,和/或诸如只读存储器(ROM)的非易失性存储器。存储装置34可以存储各种信息,并且可以用于各种目的。例如,存储装置34可以存储处理器可执行指令(例如,固件或软件)以供处理器30执行。此外,用于各种焊接过程的各种控制方式以及相关联的设定和参数可以与被配置为在操作期间提供特定输出(例如,启动送丝,允许气体流动,捕捉焊接电流数据,检测短路参数,确定飞溅物的量)的代码一起存储在存贮装置32和/或存储装置34中。

[0027] 在某些实施例中,焊接电力通过焊接电缆36从电力转换电路20流到送丝器14和焊炬16。此外,在某些实施例中,可以用焊接电缆36提供焊接数据,使得焊接电力和焊接数据通过焊接电缆系统一起提供和发送。特别地,WCC电路28可以通信地耦接到焊接电缆36以通过焊接电缆36传送(例如,发送/接收)数据。WCC电路28可以基于各种类型的电力线通信方法和技术来实现。例如,WCC电路28可以利用IEEE标准P1901.2通过焊接电缆36提供数据通信。以这种方式,焊接电缆36可用于将焊接电力从焊接电源12提供给送丝器14和焊炬16。此外,焊接电缆36还可以用于将数据通信发送给送丝器14和焊炬16(和/或从那里接收数据)。

[0028] 在某些实施例中,WCC电路28包括一个或多个处理器30、数模转换器38(例如可用作发射器的DAC 38)、模数转换器40(例如可用作接收器的ADC 40)以及滤波器函数42(例如,滤波器电路、数字滤波器函数电路、可由一个或多个处理器30执行的滤波器函数软件,或其任何组合)。特别地,WCC电路28可用于确定代表与焊接电缆相关的失真特性和/或失真的信道均衡滤波系数。具体地,失真特性可以是频率和时间相关的振幅和相位失真(例如,既与频率相关又与时间相关的振幅和/或相位失真),如关于图2-3进一步描述的。此外,WCC电路28可以被配置为利用信道均衡滤波系数来补偿焊接电缆的失真特性。在某些实施例中,WCC电路28可以包括与控制电路22的处理器30分离的一个或多个处理器30。在某些实施例中,WCC电路28可以利用控制电路22的处理器30。在某些实施例中,WCC电路28可以纳入到控制电路22内,或可以耦接到控制电路22。

[0029] DAC 38可以耦接到处理器30,并且被配置为使用一个或多个载波信道或“音频”发送数据通信。具体地,一个或多个音频可以被描述为由DAC 38发送的复杂正弦信号。在某些实施例中,DAC 38可以设置在焊接电源12内,并且音频可被发送到焊接系统10的一个或多个部件,诸如焊炬16和/或送丝器14。在其它实施例中,DAC 38可以设置在焊炬16内,并且音频可被发送到焊接电源12和/或送丝器14。同样地,在其它实施例中,WCC电路28的一个或多个部件(例如,DAC 38、ADC 40或滤波器函数42)可以设置在焊接系统10内的任何位置,诸如送丝器14和/或焊炬16内。

[0030] 在某些实施例中,DAC 38可以发送调制音频和/或未调制音频。调制音频可用于使用用于调制用于数据传输的信号的一种或多种已知技术来传送(例如,发送/接收)数据。例如,DAC 38可以利用混合振幅和相位调制方案,诸如双相移键控(BPSK)、正交相移键控(QPSK)、16进制正交振幅键控(16-QAM)或类似变化形式。发送的调制音频可以包括可用于焊接过程或操作的任何类型的信息。例如,在一些情况下,由WCC电路28发送的数据可以包括与发送到送丝器14和/或焊炬16用于焊接应用的任何焊接参数(例如,焊接电压、送丝速度)相关的信息。

[0031] 在一些实施例中,DAC 38还可以发送不携带数据的未调制音频(也称为“导频音频”)。具体地,未调制音频可以是具有诸如预定义的振幅、频率和相位的预定义或已知特性的正弦信号。例如,对于给定的过程,DAC 38可以发送具有相同振幅但不同频率的未调制音频,其可以是较低基准频率和相位偏移值的整数倍。特别地,在某些实施例中,调制音频可以基于其分配的频率或其OFDM帧内的位置而与未调制音频区分开。例如,调制音频和未调制音频的位置分配可以被预分配,并且该位置在接收器(例如,ADC 40)处可以是已知的。由于未调制音频的特性也是已知的,所以未调制音频可以用作基准音频。在某些实施例中,也可以发送具有已知特征的一组调制音频。例如,具有已知数据调制方案和已知(或预定义

的)数据序列的调制音频可以代替已知的未调制音频被发送和/或与已知的未调制音频一起被发送。

[0032] 因此,数据序列可以是OFDM帧内的循环前缀的形式,例如使得OFDM帧的最后N个码元被附加到帧的开头。在接收器(例如,ADC 40)处,可以执行接收帧的循环卷积,并且该卷积的结果可用于计算焊接电缆36中的等效的频率和时间依存的振幅和相位失真,并且可以从该信息确定用于校正信道均衡滤波器的一组系数(例如,测得的失真的反函数)。因此,在某些实施例中,可以使用已知的已调制音频或已知的未调制音频作为基准。在某些实施例中,DAC 38可以发送多个音频,其中任何数量的音频可以被调制或未被调制。例如,在由DAC 38发送的64个音频中,48个音频可以是用于数据传输的调制音频,并且16个音频可以是用作基准音频(没有任何数据调制)的未调制音频。应当注意,DAC 38可以被配置为发送任何数量的调制音频和未调制音频。

[0033] 在某些实施例中,DAC 38可以利用正交频分复用(OFDM)方案来在多个载波频率(例如,频分复用)上发送调制音频和未调制音频。例如,在OFDM方案中,DAC 38可以被配置为以低调制速率通过几个并行数据流或信道发送一个或多个音频,从而保持类似于单载波调制方案的传输特性。特别地,频分复用方案可以将具有特定总带宽的单个传输介质划分成一系列非重叠频率子带,这些频率子带各自被配置为携带特定信号。以这种方式,单个传输介质(例如,焊接电缆36)可以由多个单独的未调制或调制音频共享。

[0034] 在某些实施例中,WCC电路28的ADC 40可以被配置为接收若干发送的调制和未调制音频,如关于图2-3所描述的。此外,滤波器函数42可以被配置为处理和分析所接收的调制音频和未调制音频以表征焊接电缆36。更具体地,WCC电路28的滤波器函数42可以被配置为应用数字滤波器函数,该数字滤波器函数被配置为将DAC 38发送的未调制音频与由ADC40接收的未调制音频进行比较。特别地,基于发送的未调制信号和接收的未调制信号之间的差异(如果有的话),滤波器函数42可以被配置为确定一个或多个系数(例如,值、多项式等)。在某些实施例中,一个或多个系数可以对应于焊接电缆36的失真特性。此外,滤波器函数42可以被配置为利用所确定的系数来补偿焊接电缆36中可能的频率和时间依存的振幅和相位失真,如关于图2-3进一步描述的。在某些实施例中,WCC电路28被配置为与控制电路22进行通信,该控制电路22可以被配置为基于从滤波器函数42接收的信息来调节被提供给焊炬16(和/或送丝器14)的焊接电压。

[0035] 此外,在某些实施例中,存贮装置32或存储装置34可以被配置为存储与WCC电路28相关的数据,诸如由WCC电路28发送或接收的每个未调制音频的特性(例如,相位、振幅、频率),与WCC电路28发送或接收的每个音频的频率相关的信息,未调制音频或调制音频的数量和/或分组,焊接电缆36中的一个或多个确定的频率和时间依存的振幅以及相位失真,DAC 38和/或ADC 40的位置,由WCC电路28计算或确定的信道均衡滤波系数,当前、先前、实际或经校正的焊接操作参数(例如,焊接电压、送丝速度)以及与WCC电路28相关的任何其它信息。此外,在某些实施例中,存贮装置32或存储装置34可被配置为存储具有已知特性的未调制(例如,基准)音频或调制音频的一个或多个模板。例如,一个或多个模板可以包括16个未调制音频,其中每个未调制音频具有已知振幅、已知频率和已知相移。当WCC电路28接收到一个或多个未调制音频时,WCC电路28可被配置为将接收到的调制或未调制音频与对应的模板进行比较。

[0036] 取决于焊接应用,气体供应源44提供保护气体,诸如氩气、氦气、二氧化碳等。保护气体流到阀46,阀46控制气体流动,并且如果需要,阀46可以选择以允许调整或调节被供应给焊接应用的气体量。阀46可以由控制电路22打开、关闭或以其它方式操作,以允许、阻止或控制通过阀46的气流(例如,保护气体)。保护气体离开阀46并流过电缆48(其在一些实施方式中可以与焊接电力输出端一起封装)直至送丝器14,送丝器14向焊接应用提供保护气体。可以理解,焊接系统10的某些实施例可以不包括气体供应源44、阀46和/或电缆48。

[0037] 在某些实施例中,送丝器14可以使用焊接电力为送丝器14中的各种部件供电,诸如对控制电路50供电。如上所述,焊接电缆36可以被配置为提供或供应焊接电力。焊接电源12还可以使用电缆36和布置在焊接电源12内的WCC电路28与送丝器14通信。在某些实施例中,送丝器14可以包括WCC电路28,该WCC电路28基本上类似于焊接电源12的WCC电路28。实际上,送丝器14的WCC电路28可以与送丝器14的控制电路50配合,其配合方式与焊接电源12与控制电路22配合的方式相同。控制电路50控制送丝器14的操作。在某些实施例中,送丝器14可以使用控制电路50来检测送丝器14是否与焊接电源12通信,并且如果送丝器14与焊接电源12通信,则检测焊接电源12的当前焊接过程。此外,控制电路50还可以检测源自焊接电源的通信数据。例如,焊接电缆36可以提供通信介质以使通信数据到达送丝器14,并且控制电路50可以在送丝器14处接收通信数据并将通信数据转换成可用形式(例如,音频和/或视觉通信)。

[0038] 此外,尽管示出了DAC 38在焊接电源12和焊炬16二者内,但是可以理解,发射器38可以位于沿着焊接电缆36的任何地方。此外,接收器40可以类似地位于沿着焊接电缆36的任何地方。例如,接收器40可以位于焊接电源12、送丝器14和/或焊炬16内,以从位于焊接电缆36的其它区域的发射器接收数据。在本实施例中,发射器38和接收器40能够进行双向通信。也就是说,发射器40能够沿着焊接电缆36在多个位置处发送数据,并且接收器40也能够沿着焊接电缆36在多个位置处接收数据。

[0039] 接触器52(例如,高安培继电器)由控制电路50控制,并且被配置为根据焊接应用启用或禁用焊接电力继续流向焊接电缆36。在某些实施例中,接触器52可以是机电装置,而在其它实施例中,接触器52可以是任何其它合适的装置,诸如固态装置。送丝器14包括焊丝驱动器54,该焊丝驱动器54接收来自控制电路50的控制信号以驱动辊子56,该辊子56旋转以将焊丝从焊丝的卷轴58拉出。焊丝通过焊丝电缆60提供给焊接应用。同样,送丝器14可以通过电缆48提供保护气体。可以理解,在某些实施例中,电缆36、48和60可以被捆扎在一起或单独提供给焊炬16。

[0040] 焊炬16针对焊接应用输送焊丝、焊接电力和保护气体。焊炬16用于在焊炬16和工件62之间建立焊接电弧。在某些实施例中,焊炬16可以包括WCC电路28,该WCC电路28基本上类似于焊接电源12的WCC电路28。实际上,焊炬16的WCC电路28可以与焊接电源12与控制电路22配合的相似方式相互作用。可以用夹具66(或另一电力连接装置)终接的工作电缆64将焊接电源12耦接到工件62以补全焊接电力电路。

[0041] 图2是根据本公开的方面的用于校正焊接系统10中的焊接电缆36的失真特性的方法66的实施例的流程图。具体地,失真特性可以是焊接电缆36的频率和时间依存的振幅和相位失真。可以通过确定一个或多个信道均衡滤波系数来确定失真特性。此外,WCC电路28可以通过利用确定的信道均衡滤波系数来补偿失真特性。

[0042] 如上关于图1所述,焊接电源12的WCC电路28可以被配置为用一个或多个信道均衡滤波系数表征焊接电缆36的参数或特性。具体地,一个或多个信道均衡滤波系数可以是代表焊接电缆36的各种特性的值。例如,信道均衡滤波系数可以代表焊接电缆36的失真特性。换句话说,信道均衡滤波系数可以代表焊接电缆36的频率和时间依存的振幅和相位失真。以这种方式,本文所述的系统和方法允许焊接电缆36的表征,并且不需要采取实际的测量来表征焊接电缆36,如下面进一步详细描述。此外,一个或多个信道均衡滤波系数可用于补偿焊接电缆36内的频率和时间依存的振幅和相位失真,这可能影响正在发送的电力或数据。例如,某些实施例解决了这样的情况,其中由于焊接电缆36中的频率和时间依存的振幅和相位失真(如果没有缓解的话),焊接电源12提供的焊接电压将与由焊炬16接收的焊接电压显著不同。因此,WCC电路28可以被配置为确定可以代表焊接电缆36的失真特性的一个或多个信道均衡滤波系数。此外,WCC电路28可以被配置为利用一个或多个信道均衡滤波系数,该一个或多个信道均衡滤波系数被确定为补偿焊接电缆36内的任何频率和时间依存的振幅和相位失真,如下面进一步描述的。

[0043] 方法66开始于WCC电路28从焊接电源12和/或送丝器14发送调制音频和未调制音频(框68)。具体地,(焊接电源12或送丝器14)的WCC电路28的DAC 38可以被配置为发送调制和未调制音频。如上所述,调制音频可以包括与焊接过程或操作相关的信息,诸如与焊接系统10的操作参数(例如,焊接电压、送丝速度等)相关或与焊接系统10的经调节的操作参数相关的信息。特别地,由DAC 38发送的未调制音频(例如,导频音频)可能不携带与焊接过程或操作相关的任何信息。相反,未调制音频可以是具有预定义或已知特性的正弦基准信号,所述预定义或已知特性例如为预定义的振幅、频率和/或相位。例如,在某些实施例中,发送的所有未调制音频可以具有相同的频率和振幅。在某些实施例中,发送的调制音频也可以具有允许将调制音频用作基准音频的已知特性。此外,在某些实施例中,未调制音频可以各自以已知的相位发送。例如,发送的未调制音频中的每一个可以在音频频率内具有相等的间隔,使得每个后续音频将其对第一音频的相位基准递增90度。例如,如果第一未调制音频处于0度的相位基准,则第二未调制音频可以处于90度相位,第三未调制音频可以处于180度相位,依此类推。应当注意,只要频率、振幅和相位配置是已知的并且基本上恒定,则未调制音频可以被配置为任何替代的未调制音频配置。例如,在某些实施例中,只要相位是已知的,每个未调制音频的相位不一定是等间隔的。

[0044] 方法66进一步包括WCC电路28在ADC 40处接收所发送的调制和未调制音频(框70)。在某些实施例中,WCC电路28可以将调制音频和未调制音频发送到焊炬16,并且可以从焊炬16接收所发送的音频。在这种情况下,WCC电路28可被配置为两次和/或在两个方向上考虑或补偿焊接电缆36的失真(例如,从WCC电路28到焊炬16的第一失真,以及从焊炬16到WCC电路28的第二失真)。在其它实施例中,焊炬16可以包括被配置为发送调制和未调制音频的DAC 38。在这种情况下,WCC电路28可以被配置为一次和/或在一个方向上考虑或补偿焊接电缆36的失真。在任一情况下,ADC 40可以被配置为接收调制和未调制音频,并且还可以被配置为接收所发送音频的原始位置。

[0045] ADC 40可以将接收的音频(例如,调制和未调制的)提供给滤波器函数42用于进一步处理。此外,在某些实施例中,方法66包括采用滤波器函数42将数字滤波器函数应用于接收的调制和未调制音频(框72)。如上所述,数字滤波器函数可用于将发送的未调制音频与

接收的未调制音频进行比较。如上所述,发送的未调制音频以已知的振幅、频率和相位发送。因此,在某些实施例中,发送的未调制音频可以用作基准音频,并且与滤波器函数42内的接收的未调制音频进行比较,以确定一个或多个差异,诸如相位、振幅或频率上的差异。基于发送和接收的未调制音频之间的差异,滤波器函数42可以被配置为确定一个或多个信道均衡滤波系数。具体地,信道均衡滤波系数可以代表焊接电缆36的失真特性,如关于图3进一步描述的。

[0046] 此外,方法66包括利用信道均衡滤波系数来补偿频率和时间依存的振幅和相位失真(例如,焊接电缆36的失真特性)(框74)。在某些实施例中,WCC电路28可以被配置为基于一个或多个确定的系数并且基于焊接电缆36的特性来调节一个或多个焊接参数。例如,在某些情况下,WCC电路28可以基于所计算的信道均衡滤波系数,增加或者减少由焊接电源12提供到送丝器14和/或焊炬16的焊接电压。作为另一示例,WCC电路28可以被配置为基于所计算的信道均衡滤波系数来增加或减少由送丝器14提供的送丝速度。在一些实施例中,WCC电路28将该信息提供给控制电路22,使得控制电路22可以对焊接参数进行适当的调节和/或将信息提供给焊接系统10的其它部件。简而言之,WCC电路28可以被配置为向焊接系统10提供焊接电缆36的确定和/或计算的失真特性和/或系数。因此,计算或确定的失真特性和/或系数可以由控制电路22作为实际反馈提供给焊接系统10的其它部件。

[0047] 特别地,方法66可以用作连续反馈回路75,该连续反馈回路75允许基于所计算和确定的信息在随后的时间内校正经由焊接电缆36发送的电力和数据。以这种方式,WCC电路28可以被配置为在焊炬16的操作期间的动态过程中调节和校正焊接电缆36中的任何频率和时间依存的振幅和相位失真。因此,更精确的焊接操作参数可以在焊接过程期间使用。例如,采用连续反馈回路75,WCC电路28可以在焊接过程期间动态地调节被提供给焊炬16和工件62的焊接电压。

[0048] 图3是根据本公开的方面用于计算图2的一个或多个信道均衡滤波系数的方法76的实施例的流程图。如上所述,WCC电路28的滤波器函数42可以被配置为将数字滤波器函数应用于由ADC 40接收和由DAC 38发送的调制和未调制音频。特别地,滤波器函数42可以被配置为基于由ADC 40接收的调制和未调制音频来计算或确定一个或多个信道均衡滤波系数,如下面进一步描述的。

[0049] 在某些实施例中,方法76开始于将由ADC接收的未调制音频与调制音频分离(框78)。例如,在某些实施例中,ADC 40可以接收64个音频,其中48个音频是用于数据传输的调制音频,并且16个音频是未调制音频。因此,未调制音频可以通过滤波器函数42与调制音频分离,用于进一步处理以确定一个或多个系数。

[0050] 在某些实施例中,该方法进一步包括补偿未调制音频的时间和相位(方框80)。例如,在一些情况下,DAC 38和ADC 40之间可能存在一个或多个时钟变化。因此,滤波器函数42可被配置为采用一个或多个频率和/或相位控制回路来补偿DAC 38与ADC 40之间的频率误差。特别地,ADC 40可以被配置为将每个发送的音频与相应的接收音频相关联。例如,DAC 38可以以已知的振幅、已知的频率和已知的相移发送16个未调制音频。因此,16个发送的未调制音频中的每一个可以对应于16个接收的未调制音频中的每一个。在某些实施例中,对频率和相位的补偿可以包括将发送的音频与其对应的接收音频相关联。在某些实施例中,方法76可以被配置为在将调制音频与未调制音频分离之前补偿和校正DAC 38与ADC 40之

间的频率变化。

[0051] 此外,方法76可以包括测量接收的未调制音频的特性(例如,相位、振幅和/或频率)。因此,在某些实施例中,滤波器函数42可被配置为测量接收的未调制音频的实际振幅和实际相位(方框82)。如上所述,发送的未调制音频可以以已知的频率、已知的振幅和已知的相位发送,并且因此可以用作基准音频。因此,一旦确定了接收的未调制音频的实际特性,方法76可以包括将接收的未调制音频的特性与发送的(基准)未调制音频的特性进行比较(方框84)。可以以任何合适的方式对接收的未调制音频和发送的(基准)未调制音频进行比较。

[0052] 例如,在某些实施例中,将所接收的未调制音频乘以原始发送(基准)未调制音频的复共轭。矢量乘以其复共轭的预期结果是具有振幅并且没有虚部的矢量。在这种情况下,期望的答案将是“ $1+j\ 0$ ”。由接收到的未调制音频的复共轭和原始发送(基准)音频相乘产生的误差矢量用于执行内插。所述内插在每个索引频率处用具有内插振幅和内插相位的相量填充该组音频的丢失部分。然而,在某些实施例中,矢量乘以其复共轭的实际结果指示每个音频的振幅和相位失真。例如,实际答案是针对每个导频音频频率的一系列矢量,每个矢量具有振幅和相位。因此,如果对于64的OFDM码元长度接收到16个未调制音频,则数字滤波器函数处理的实际结果可以是 3×64 矩阵,其中以频率、振幅和相位作为列向量,并且64个值中的每一个占据一个行位置。16个测量的误差矢量填充 3×64 矩阵中分配给基准音频的位置,并且用内插值填充被分配给数据音频的48个“丢失”音频。然后将所得到的 3×64 矩阵用作数据以计算信道均衡滤波器以及信道均衡滤波器的反函数。其它基准音频与数据音频配置、FFT长度和OFDM码元配置也是可能的。

[0053] 滤波器函数42可以被配置为利用在接收的未调制音频和发送的(基准)未调制音频之间确定的差来确定信道均衡滤波系数(方框86)。如上所述,信道均衡滤波系数定义了具有由OFDM系统中使用的音频数确定的长度的有限脉冲响应(FIR)或无限脉冲响应(IIR)滤波器,否则被指定为OFDM帧中的码元,排除任何循环前缀,并且该滤波器提供焊接电缆36的频率依存的振幅和相位失真的反函数。作为进一步的信息,信道均衡滤波器的反函数是对作为传输线的焊接电缆的两端口传输函数的解析描述。例如,可以使用数学算法来变换信道均衡滤波系数的反函数,以描述可能对焊接电缆36发送的电力或数据有影响的焊接电缆36的任何特性或物理性质。传递函数(反向信道均衡滤波器)可以代表焊接电缆36的长度、电阻、电感等。然而,应当注意,反向信道均衡滤波器(传递函数)本身不是特征,而是仅仅是在采样时间参考系中定义的特征的抽象表示。

[0054] 在某些实施例中,方法76进一步包括利用从未调制音频确定的信道均衡滤波系数,使得在功能的下一次迭代中将由DAC 38发送的调制和未调制音频中的每一个预失真(框88)。例如,未调制音频可以通过信道均衡(FIR)滤波器与调制音频相乘,以校正焊接电缆36的频率和时间依存的振幅和相位失真(例如,焊接电缆36的失真特性)。因此,以这种方式,利用信道均衡滤波系数来补偿焊接电缆系统中的频率和时间依存的振幅和相位失真可能是有益的(框90)。

[0055] 在某些实施例中,方法76计算信道均衡滤波器及其反函数。信道均衡滤波器的反函数提供焊接电缆的等效两端口传递函数,并且可用作焊接电源12控制系统内的反馈回路中的元件,有效地替代了电压感测电缆92。

[0056] 图4是根据本公开的方面的图1的焊接系统10的实施例的框图,示出了具有WCC电路28和电压感测电缆92的焊接电源12。在某些实施例中,使用感测夹具94(或另一种电力连接机构)将电压感测电缆92从焊接电源12的控制电路22耦接到工件62。在其它实施例中,电压感测电缆92也可以连接到送丝器14。

[0057] 在某些实施例中,电压感测电缆92可以被配置为确定焊炬16和工件62之间的实际焊接电压。具体地,电压感测电缆92可以被配置为在焊接系统10的操作期间向焊接电源12的控制电路22提供实际的焊接电压。在某些实施例中,从WCC电路28接收的关于补偿和/或校正焊接电缆36中的频率和时间依存的振幅和相位失真的信息可以与由电压感测电缆92提供的实际焊接电压测量值进行比较。因此,基于实际焊接电压与焊接电缆36中的估计和经补偿的频率和时间依存的振幅和相位失真的比较,控制电路22可以监视数字滤波器函数的精度以及焊接电缆36中的频率和时间依存的振幅以及相位失真的精度。

[0058] 图5是根据本公开的方面的图1的焊接系统10的实施例的框图,其示出了电力转换电路20的开关调节器电路93。在焊接电源12中,开关调节器电路93提供在焊接应用期间使用的电压和电流的自动控制。例如,在焊接应用期间,电压和电流可能基于焊接时间、温度和生产批次而改变多次。开关调节器电路93可能引起焊接电源12内的频率激励,该频率激励在焊接应用期间通过焊接电缆36传送。如下文更详细地讨论的,频率激励或其它干扰信号可能对通过焊接电缆36的数据传输提供干扰。因此,处理器30指示DAC 38以某些频率范围来发送数据,所述频率范围限制与焊接电源12不相关的频率激励或其它干扰信号的干扰。

[0059] 为了跟踪焊接电缆上的频率激励,WCC电路28包括耦接到焊接电缆36的ADC 40。ADC 40可以监视沿着焊接电缆36的电力和数据特性,并且向处理器30提供监视焊接电缆36时接收的信息。例如,ADC 40可测量横跨焊接电缆36的电压,流过焊接电缆36的电流和/或沿着焊接电缆36的频率。处理器30处理来自ADC 40的信息并确定焊接电缆36内的频率激励的存在和大小。另外,焊接电源12的控制电路22也可以直接监视开关调节器电路93。例如,处理器30向开关调节器电路93提供指令以切换焊接电源12的电压或电流,从而增加频率激励的存在的可能性。因此,当处理器30基于被提供给开关调节器电路93的指令确定有可能出现频率激励时,处理器可以以避免频率激励的方式来控制DAC 38发送的数据的频率范围。

[0060] 另外,送丝器14的WCC电路28可以包括与焊接电源12的WCC电路28相似的部件。例如,当通信装置(例如,焊接头盔或焊炬16中的麦克风)耦接到送丝器14时,WCC电路28内的ADC 40监视焊接电缆36,并且控制电路50内的处理器30确定WCC电路28内的DAC 38以什么频率从通信装置发送数据。以这种方式,焊接电源12和送丝器14之间的双向通信可用于限制来自频率激励或其它干扰信号的干扰。

[0061] 图6是根据本公开的方面的用于确定通过焊接电缆36的数据传输的频率范围的方法96的实施例的流程图。一旦经由WCC电路28的DAC 38实现数据传输,则可能期望基于焊接系统10的改变的操作参数以不同的频率传输数据。例如,随着焊接电源12提供的焊接电压或电流电平在开关调节器电路93的控制下切换,频率激励可能在焊接电缆36上形成,该频率激励与电源12的开关频率在谐波上相关。频率激励可以是当利用频域传输方案时通过焊接电缆36传输的数据的窄带干扰源。因此,可能有利的是,在由方法96建立的频率范围内动

态地改变数据传输频率,以限制由电源切换产生的频率激励的干扰,这对焊接系统10的焊接电压和电流作出调节。

[0062] 最初,WCC电路28的焊接电缆36的采样率由控制电路22的处理器30基于从存储器34接收的指令来选择(框97)。焊接电缆36可以一采样率进行采样,该采样频率名义上高于感兴趣的最高频率音频的奈奎斯特速率。例如,如果数据传输方案的较高频率为500kHz,则奈奎斯特速率为1000kHz,并且可以选择1200kHz采样率。

[0063] 在一个实施例中,DAC 38对通过焊接电缆36的数据传输使用正交频分复用(OFDM)方案。在该实施例中,数据传输音频由DAC 38使用给定长度的快速傅里叶逆变换(IFFT)来生成,所述给定长度是2的整数次幂。一旦选择了采样率,处理器30也可以选择IFFT的长度(框98)。IFFT的长度可以确定数据速率。例如,长度是在IFFT计算中使用的数据点的数量。因此,IFFT的长度越大,数据传输的频率分辨率变得越高。然而,更高的频率分辨率可能以为了取得该频率分辨率而增加的操作为代价,从而导致经由DAC 38的数据传输速率的降低。另一方面,IFFT的长度的减小可以增加数据传输速率,但结果是数据传输清晰度的损失。

[0064] 在选择IFFT的长度之后,处理器30确定音频范围(框100)。例如,如果选择了256的IFFT长度,则长度和采样率在1200kHz/256或4.6875kHz处提供第0个音频载波。因此,可以在4.6875kHz和500kHz之间选择OFDM音频(即,最高使用的数据发信频率)。然而,接近4.6875kHz的OFDM音频可能在焊接系统10的低频噪声内。因此,处理器30可以选择145.3125kHz(即4.6875kHz×31)的第31个音频载波作为在焊接系统10的低频噪声之上发生的数据传输的较低范围的频谱(即,最低使用的数据发信频率)。

[0065] 虽然上面与图5相关的描述讨论了使用处理器30确定OFDM方案的频率范围。可以理解,类似的方法可以用于其它数据传输方案。例如,可以预期的是,类似的方法可以用于直接序列扩频(DSSS)方案、跳频扩频(FHSS)方案、定制方案或可用于通过焊接电缆36的通信的任何其它数据传输方案。此外,这类方案可以经由DAC 38来实现。

[0066] 此外,由于载波音频的间隔(即,IFFT的长度)影响数据速率,所以DAC 38可以使用不同的发信方式来影响数据速率。例如,采用正交相移键控(QPSK)发信,DAC38使用4种不同的状态来指示通过焊接电缆36发送数据时的单个状态。因此,每个状态的位数是每个状态 $\log_2 4 = 2$ 位。因此,如上所述,在通过焊接电缆36发送的单个信号中分配2位数据。可替代地,使用正交振幅调制(QAM) 64发信,64个不同的状态用于指示单个状态。因此,每个状态的位数是每个状态 $\log_2 64 = 6$ 位。因此,6位的数据被分配给通过焊接电缆36发送的单个信号。因此,利用QAM 64发信代替QPSK发信,对于相同的信道带宽,DAC 38经由焊接电缆36快出3倍地发送数据。因此,选择不同的信号调制技术也可能影响数据传输速率。

[0067] 图7是根据本公开的方面的用于自适应地改变数据传输的音频分配的方法102的实施例的流程图。焊接电源12可以与开关调节器电路93一起操作以控制在焊接系统10中使用的电压和电流。开关调节器电路93可能表现出频率激励,该频率激励与焊接电源12的开关频率在谐波上相关。频率激励可以使用频域方法(例如,OFDM、DSSS和FHSS)来提供用于数字数据通信的窄带干扰源。由于干扰,方法102可以提供用于数据传输的方法,以避免来自频率激励或其它干扰信号的干扰。

[0068] 最初,WCC电路28的ADC 40持续监视焊接电缆36,用于监视在电源12处的电压和电

流切换和/或可能与通过焊接电缆36的数据传输形成干扰的频带内的其它噪声(框104)。如上所述,由电源12的开关电路产生的频率激励可能与通过焊接电缆36的数据传输的一些频率范围形成干扰。因此,ADC 40监视焊接电缆36的频率激励或其它形式的干扰。另外,在一些实施例中,控制电路22的处理器30可以监视开关调节器电路93。当处理器30提供使开关调节器电路93切换横跨焊接电缆36的电压或电流供应的指令时,处理器30可根据切换电压或电流供应的结果而确定潜在频率激励的可能性。

[0069] 在检测到频率激励时,处理器30可以指示DAC 38自适应地改变音频分配,以限制频率激励与通过焊接电缆36的数据传输的干扰(框106)。由于ADC 40监视焊接电缆36,其观察到任何频率激励或可能导致频率激励的事件(例如,电源12处切换的电压或电流)。一旦ADC 40作出这种观察,处理器30可以指示DAC 38来调节用于数据传输的音频分配。例如,当ADC 40观察到频率激励时,DAC 38可以将音频分配改变到更高的频率,该频率超出频率激励的范围。类似地,当处理器30观察到开关调节器电路93中可能导致频率激励的事件时,DAC 38也可以将音频分配改变为在潜在频率激励的预测范围之外的更高频率。

[0070] 除了自适应地改变音频分配之外,处理器30还指示DAC 38基于来自ADC 40和处理器30的监视数据来阻止和/或添加频率信道(框108)。例如,如果在某一频率范围内观察或预测到大量的频率激励,则处理器30可以阻止DAC 38在某些频率范围中分配用于未来数据传输的音频。此外,在ADC 40在先前被阻止的范围中观察到最小的频率激励之后,基于频率激励与通过焊接电缆36的数据传输形成干扰的降低的可能性,处理器30可以通过DAC 38来开启先前阻止的范围以供未来音频分配。此外,在另一个实施例中,在ADC 40观察到来自频率激励的干扰时,处理器30可改变DAC 38的数据传输方案以增加较高的频率范围。以这种方式,在框108处阻止频率的较低的范围的情况下,DAC 38可以为数据传输方案增加额外的带宽。

[0071] 尽管处理器30和DAC 38自适应地改变音频分配(框106)并且阻止和/或添加信道(框108),但传感器93可以继续监视焊接电缆36(框104)。通过连续监视焊接电缆36,处理器30能够动态地指示DAC 38基于数据传输的已有干扰或潜在干扰来改变音频分配并阻止和/或添加频率范围。因此,DAC 38可以通过避免由频率激励干扰导致的丢失或改变的数据传输来提高数据传输的可靠性。

[0072] 另外,WCC电路28可以以与改变音频分配类似的方式利用不同的前向纠错(FEC)方案和设置,以使丢失或改变的数据传输最小化。FEC方案使WCC电路28的ADC 40能够检测从焊炬16发送的数据是否例如包含任何错误,并且还提供校正数据中的错误的机制。FEC方案可以被实现为流数据方法(即,当数据流入ADC 40时,检测错误),而不是DAC 40发送已知的未调制音频,如上面参照图2和3所描述的。此外,还可以基于焊接系统10的环境自适应地应用诸如交织方案的其它错误减轻方案。

[0073] 图8是根据本公开的方面的用于通过焊接电缆36的数据传输的物理层通信系统110的框图。除了基于焊接电缆36中的干扰和失真而改变音频分配之外,还可以改变音频的物理层传输方案。如图所示,物理层通信系统110包括自适应媒体接入控制器(MAC)112、数据多路复用器114以及多个不同物理层(PHY)信道116、118、120和122。例如,物理层通信系统110包括正交频分复用(OFDM)物理层116、直接序列扩频(DSSS)物理层118、跳频扩频(FHSS)物理层120和定制物理层122。物理层信道116、118、120和122表示用于发送携带数据

的音频的各种数字通信传输方案,如上所述。例如,OFDM物理层116可以是IEEE 802.11、4G LTE、IEEE P1901.2 (G3电力线通信)或定制OFDM的根。类似地,DSSS物理层118是类似于诸如IS-95标准的码分多址(CDMA)标准的数字通信实施方式的版本,并且FHSS物理层120是类似于IEEE 802.11.15标准或向下演变到较低频率范围的IEEE 802.16 WiMAX标准的数字通信实施方式的版本。此外,当焊接系统10利用处理器30时,物理层信道116、118、120和122可以经由数字信号处理(DSP)来实现。可替代地,物理层信道116、118、120和122可以通过现场可编程门阵列(FPGA)或通过专用集成电路(ASIC)用硬件实现。例如,物理层信道116、118、120和122中的每一个可以使用一个或多个FPGA或ASIC构建在WCC电路28内,以完成特定的数字通信传输方案。

[0074] 另外,定制物理层122可定制成包括任何数字通信方法,这些方法可以被定制用于通过焊接电缆36的经由音频的数据传输。定制物理层122的定制可以例如无线地完成、通过可移动存储介质完成,或通过有线数据连接完成。此外,可以理解,虽然OFDM物理层116、DSSS物理层118和FHSS物理层120是在无线通信中使用的相似的物理层,但是物理层信道116、118和120也专门针对通过焊接电缆36的通信被调整并且可能缺乏其无线通信对应物中存在的特征。例如,物理层信道116、118、120和122获取用于通过焊接电缆36的传输的数据,将数据加密到它们自己的数字通信方案,并且经由发射器38和接收器40发送和接收加密的数据作为通过焊接电缆36提供的音频。数字通信方法与无线传输步骤相背离,因为加密的数据通过焊接电缆36发送。另外,物理层信道116、118、120和122也可以在用于长距离通信的低于30MHz下操作而不是在用于蜂窝数据通信的大于500MHz的频率下操作。

[0075] 此外,数据多路复用器114将数据从所选择的物理层信道116、118、120或122提供到DAC 38。以这种方式,所选择的物理层信道116、118、120或122可将数据转换成适合长距离传输的模拟形式。一旦所选择的物理层信道116、118、120或122转换数据,MAC 112可以接收转换的数据并且作为转换的数据和DAC 38之间的链路进行操作,用于通过焊接电缆36的传输。类似地,在接收端上,MAC 112可以从ADC 40接收的调制或未调制音频重新组合数据,并确定适当的物理层116、118、120或122以供解码。此外,MAC 112还可以有助于从物理层信道116、118、120或122中选择系统在任何给定时间使用的传输方案。例如,MAC 112可以在确定适当的物理层信道116、118、120或122时有助于网络容量和潜伏时间分析。

[0076] 在另一个实施例中,多于一个的物理层信道116、118、120或122可以同时操作。例如,OFDM物理层116、DSSS物理层118和FHSS物理层120可配置为相互正交的。也就是说,物理层信道116、118和120可配置为存在于相同的时间-频率空间中,而不会彼此干扰。因此,可能有益的是,物理层通信系统110同时操作多于一个的物理层信道116、118和120以在物理层通信系统110内提供多个冗余级别。

[0077] 作为示例,焊接系统10可以包括与较旧版本的送丝器14和较新版本的焊炬16通信的较新版本的焊接电源12。较新版本的焊接电源12可以经由WCC电路28内的DAC 38同时使用OFDM物理层116和DSSS物理层118两者通过焊接电缆36发送数据。较旧版本的送丝器14可以接收和处理由DAC 38使用OFDM物理层116发送的数据,而较新版本的焊炬16可以接收和处理由DAC 38使用DSSS物理层118发送的数据。因此,使用两个物理层信道116和118发送数据使得能够与较旧的设备向后兼容,并且为物理层通信系统110提供冗余。另外,改用定制物理层122的能力还能够使未来的发信方案成长。

[0078] 图9是根据本公开的方面的用于自适应地选择用于通过焊接电缆36进行数据传输的物理层信道116、118、120或122的方法124的流程图。最初,WCC电路28监视焊接电缆36(框126)。在监视焊接电缆36时,WCC电路28的ADC 40确定焊接电缆36内的已有干扰或预测的干扰,如上面关于图7所讨论的。一旦确定了干扰,处理器30可以调节例如DAC 38的数据传输的频率范围或其它数据传输特性,如上面关于方法96和102所讨论的。

[0079] 在监视焊接电缆36的同时,ADC 40还可以监视焊接系统10的焊接气氛(框128)。焊接气氛可以包括在公共焊接回路上的多个焊工,来自焊工的数据传输需求,与访问通信链路相关联的延迟成本,频率激励,干扰信号或可能影响物理层传输方案选择的任何其它因素。例如,ADC 40可能从DAC检测到正在发送的数据的等待时间成本高的指示,并且焊接系统10可以选择新的物理层信道116、118、120或122以满足延迟成本需求。此外,使用MAC 112,WCC电路28可以将公共焊接回路上的焊工的数量与传输方案的网络容量进行比较。此外,监视的焊接气氛可能不断变化。例如,造船厂可能在任何给定时间在任何地方具有一到数百名焊工。焊工的作业数量将在整个工作日内变化。因此,ADC 40可以不断地接收关于焊接气氛的信息(诸如当前网络容量),这类信息影响处理器30的传输方案选择。

[0080] 通过监视焊接气氛,处理器30确定物理层信道116、118、120或122中的哪一个适合于通过焊接电缆36的数据传输,并基于确定结果自动地选择物理层信道116、118、120或122(例如,无需人为干预)(框130)。该选择可以实时地(例如,延迟小于约0.05秒)以及在焊接系统10的焊接操作期间完成。例如,在机器设置利用低数据传输速率的情况下,访问开放的通信链路的延迟的成本相当低。在这种情况下,可以选择OFDM物理层116。通常,OFDM物理层116是单个用户物理层。因此,OFDM物理层116例如在闭环过程控制中使用并且在延迟不太重要的情况下使用。另一方面,当机器设置在按需的基础上利用开放通信链路时,DSSS物理层118可以被选择,因为DSSS物理层118提供能够对开放通信链路进行按需访问的解决方案。以这种方式,处理器30可以选择物理层信道116、118、120或122中的哪一个适合于数据传输的特定实例。在另一个实施例中,用户手动地确定物理层信道116、118、120或122中的哪一个被用作物理层传输方案。例如,在用户认识到焊接气氛由于在公共焊接回路上的大量焊工而对于OFDM物理层116不具传导性的情况下,用户可以在处理器30对焊接气氛进行任何分析之前选择DSSS物理层118作为默认设置。在这种情况下,用户可以被定义为IT技术人员,并且IT技术人员可以通过焊接电源12中的控制设置,通过耦接到焊接电源12和单独的计算装置的以太网电缆或通过与焊接电源12和远程计算装置的无线连接来设定默认物理层设置。

[0081] 随后,发射器38发送并且接收器40接收利用所选择的物理层信道116、118、120或122发送的数据(框132)。如上所述,还可以理解,发射器38可以使用多个物理层信道116、118、120或122以相互正交的方式发送数据。以这种方式,接收器40可以接收使用物理层信道116、118、120或122发送的数据,所述物理层信道与相应的接收器40兼容。此外,在焊接操作发生时,数据可以分别由发射器38和接收器40发送和接收。

[0082] 图10是图9的框130的流程图,用于选择用于数据传输的物理层传输方案。最初,WCC电路28可以执行网络负载分析和延迟分析(框134)。在网络负载分析期间,WCC电路28可以从MAC 112或提供网络负载指示的另一个装置定期地确定网络上的当前需求。此外,WCC电路28可以对网络执行等待时间分析,以确定用户在网络操作期间访问网络的时间。例如,

延迟分析可以指示在焊工请求访问网络与焊工实际上通过MAC 112被授权访问网络之间存在多少滞后时间。使用网络负载和延迟分析,WCC电路28可以确定MAC 112的性能是否可接受(框136)。例如,WCC电路28可以确定网络上是否存在太多的负载需求(例如,使用公共回路的太多焊工),或者访问网络的时间是否太大。

[0083] 因此,如果WCC电路28在其当前操作中确定MAC 112的性能是可接受的,则可以在框134处执行另一网络负载分析和等待时间分析。相反,如果WCC电路28确定MAC 112的性能对于当前焊接条件是不可接受的,则WCC电路28可以作出新的确定,其关于是否存在可供MAC 112使用以改变当前物理层传输方案的附加PHY信道116、118、120或122(框138)。例如,物理层信道116、118、120和122可以以从第一物理层信道116到第四物理层信道122的顺序排列。因此,如果附加物理层信道可用,则WCC电路28可以指示MAC 112自动选择顺序中的下一个物理层信道116、118、120或122(框140)。在选择下一个物理层信道116、118、120或122时,WCC电路28可以在框134处再次执行网络负载分析和等待时间分析。

[0084] 相反,当MAC 112已经在使用第四物理层信道122时,可能没有附加的物理层信道可用。因此,在这种情况下,WCC电路28可以向用户发送错误消息(例如,经由焊接电源12的显示器26),该错误消息指示没有一个物理层信道为MAC 112提供可接受的性能参数(框142)。另外,MAC 112可以返回到默认的物理层(在该情况下为物理层信道116),其中可以在框134处再次进行网络负载分析和延迟分析。框130的流程图可以以这种方式继续,直到焊接系统10被关闭,或直到焊接系统10接收到指示焊接系统10应停止操作的操作错误。

[0085] 虽然在本文中仅示出和描述了本实施例的某些特征,但是本领域技术人员将想到许多修改和改变。因此,应当理解,所附权利要求书旨在覆盖落入本公开的真实精神内的所有这样的修改和变化。

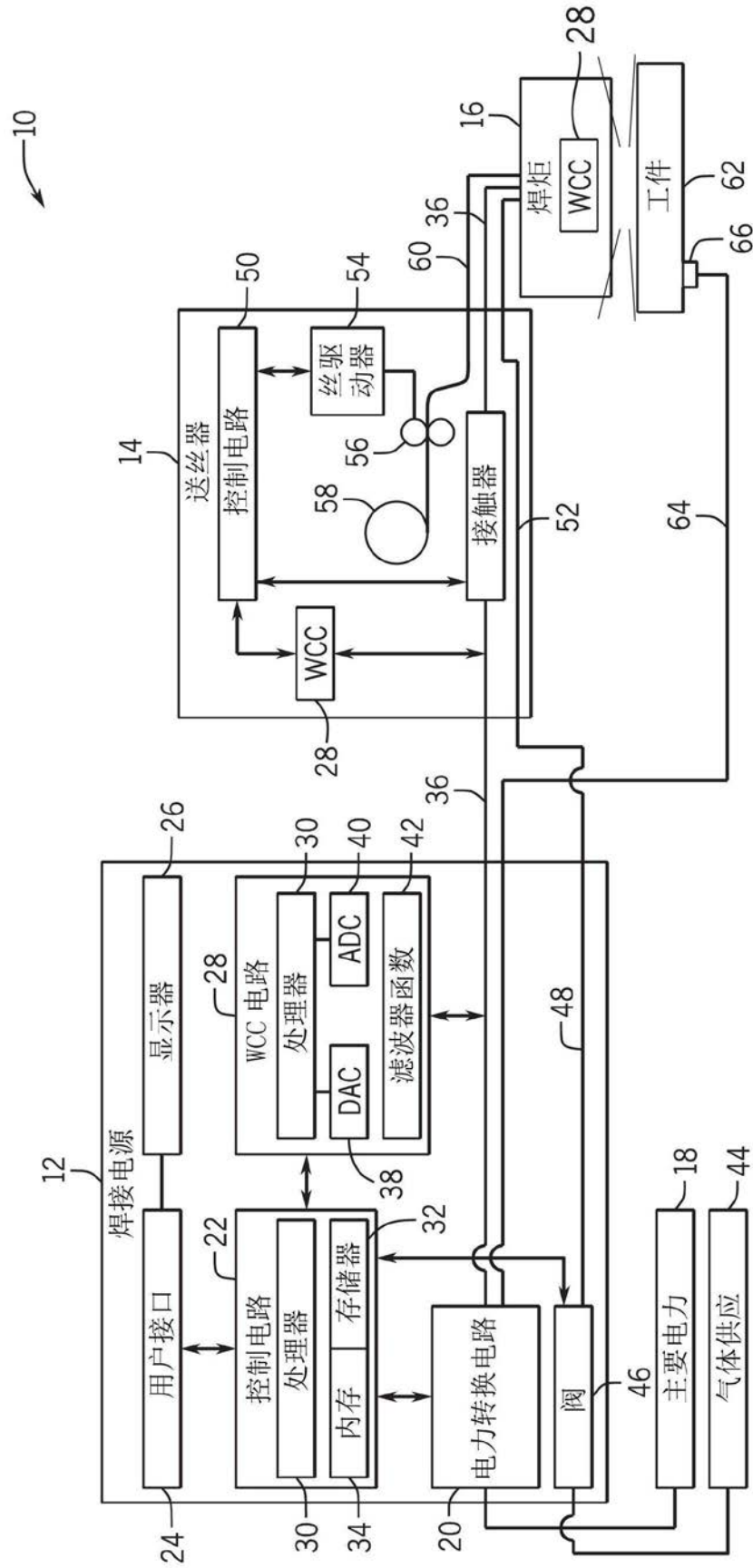


图1

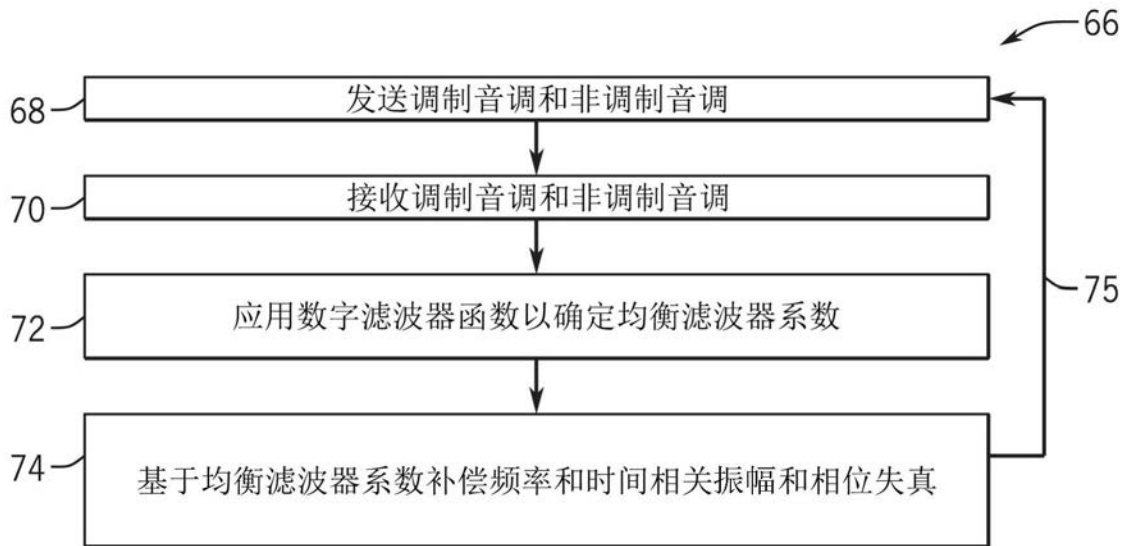


图2

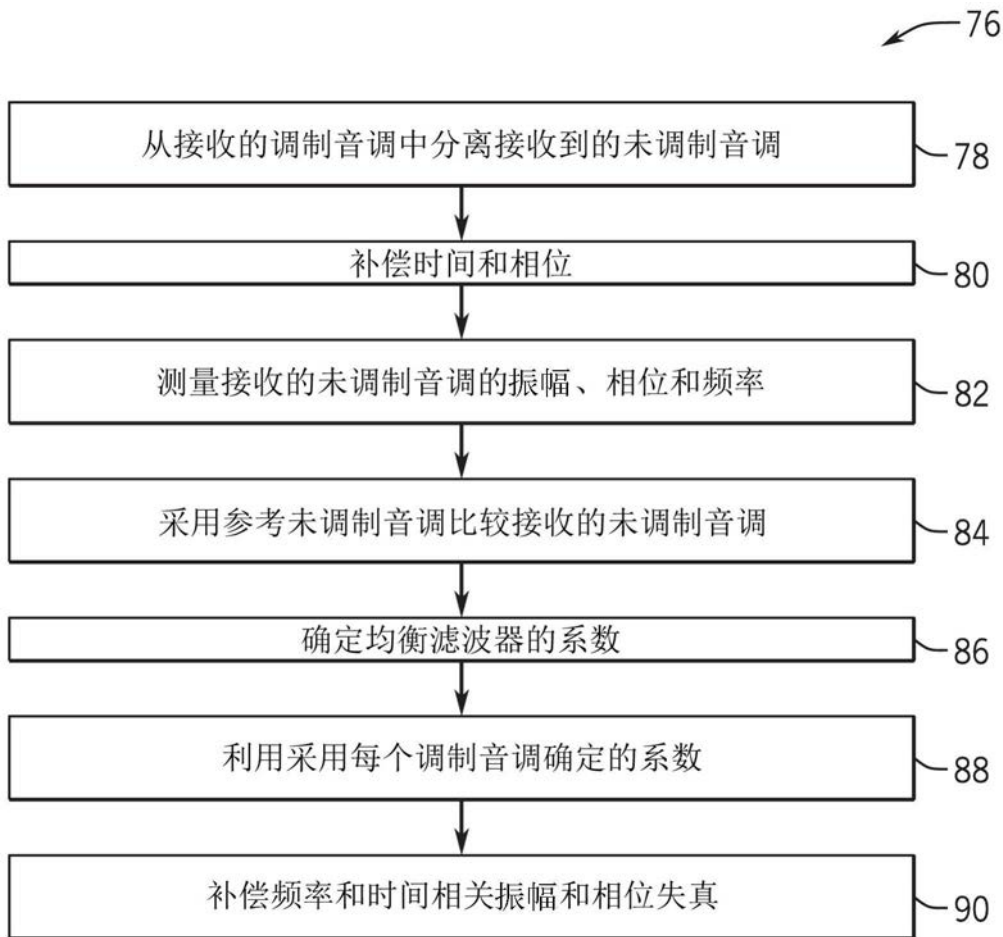


图3

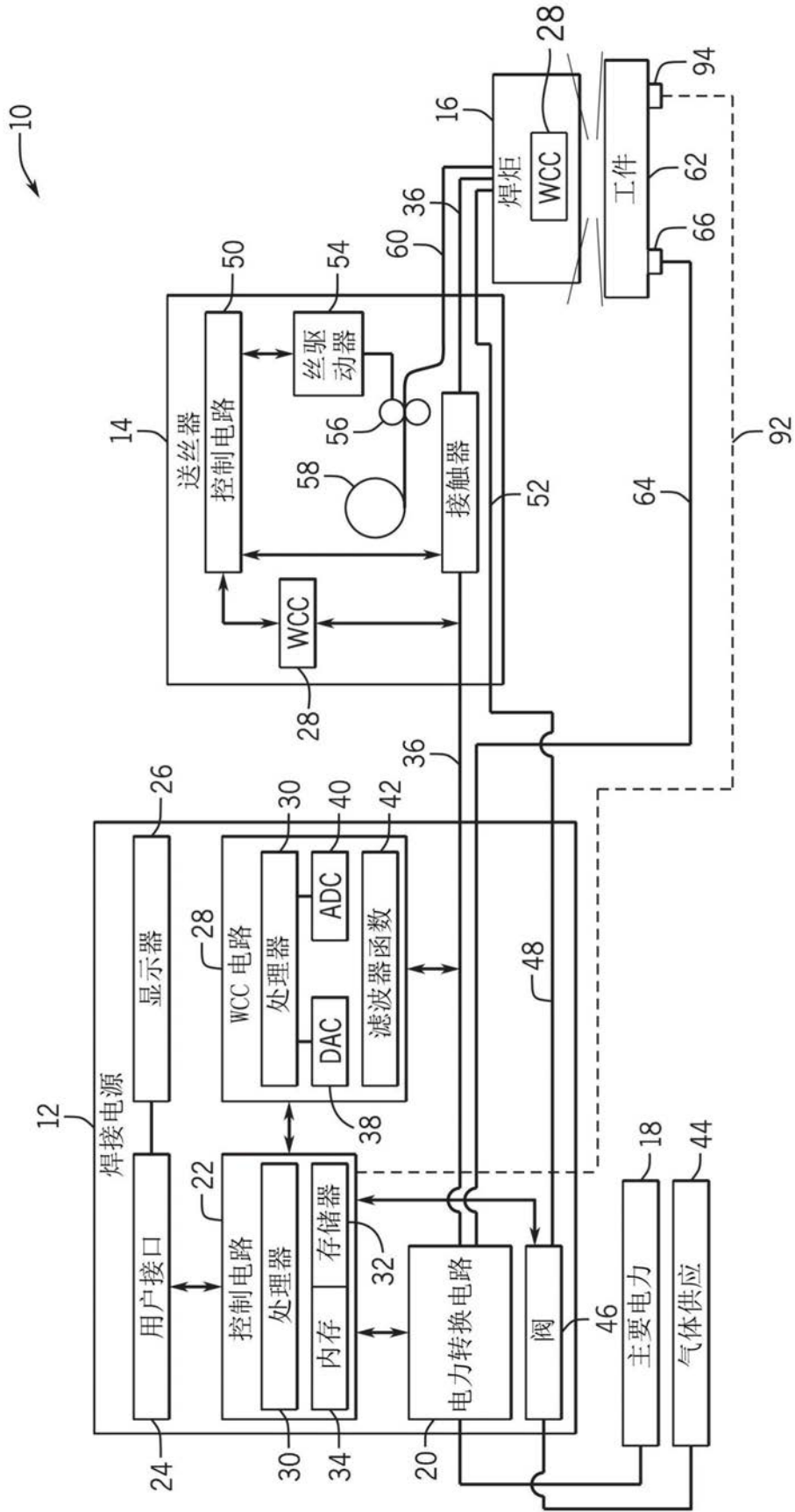


图4

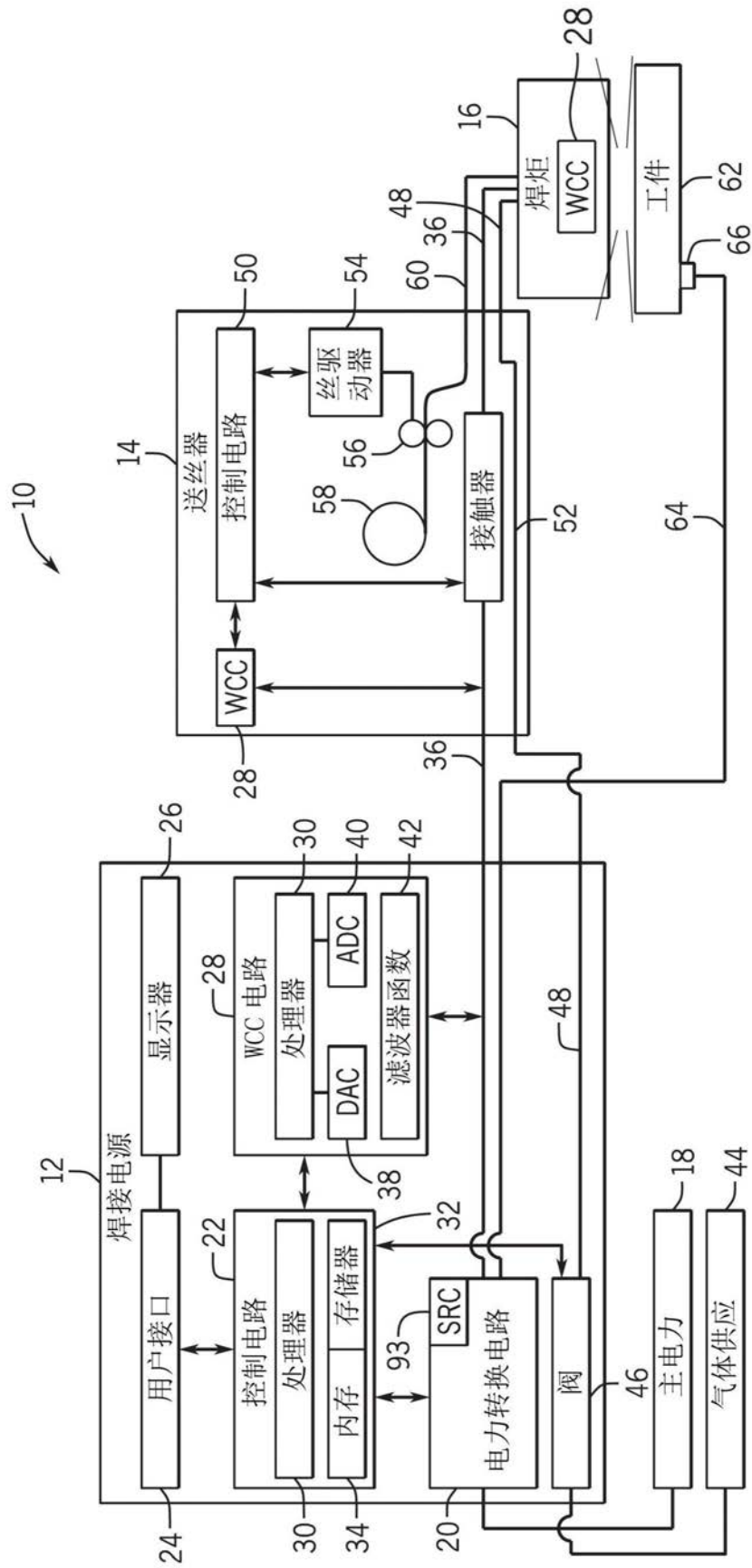


图5

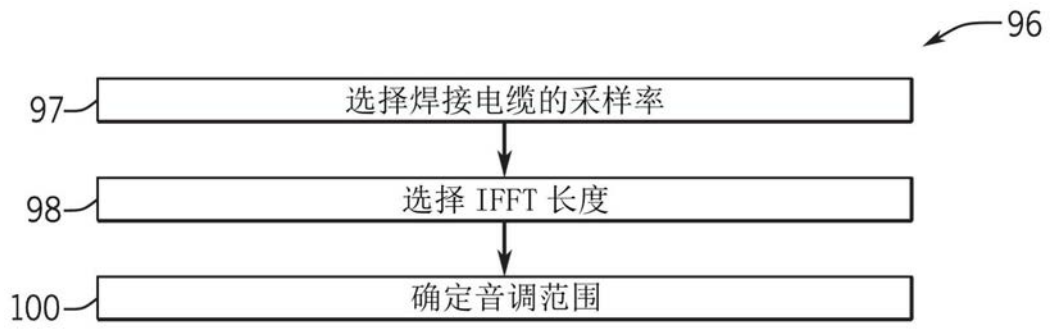


图6

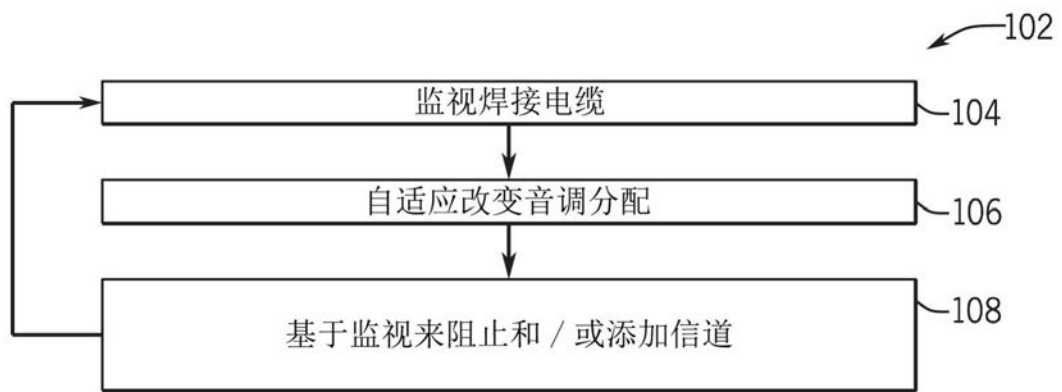


图7

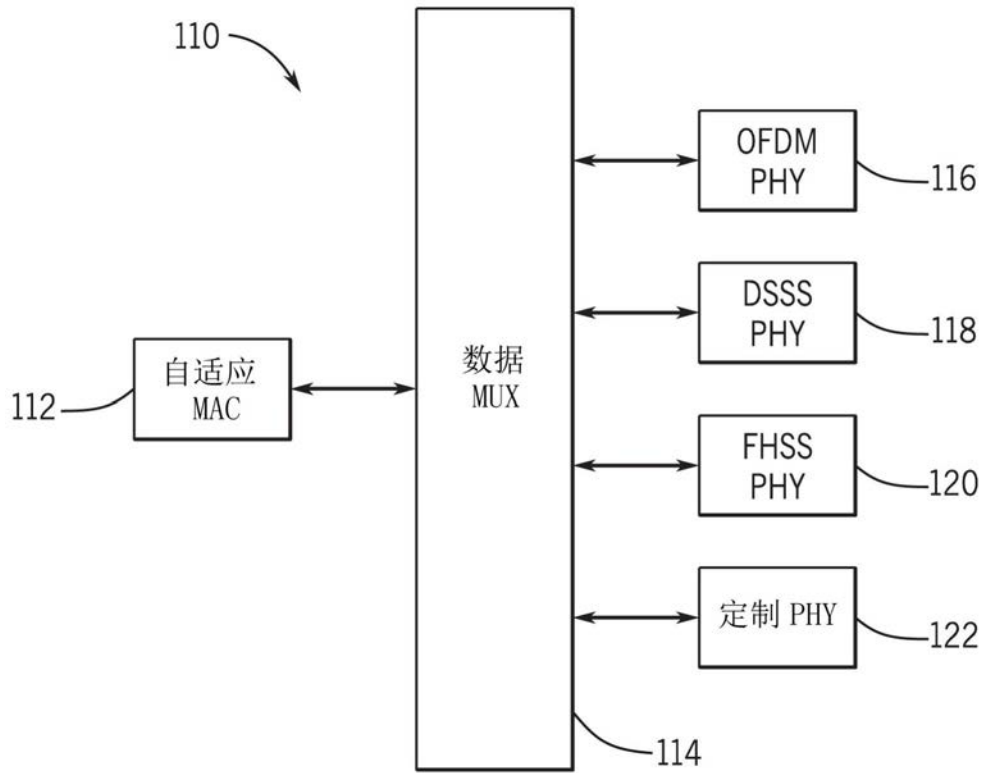


图8

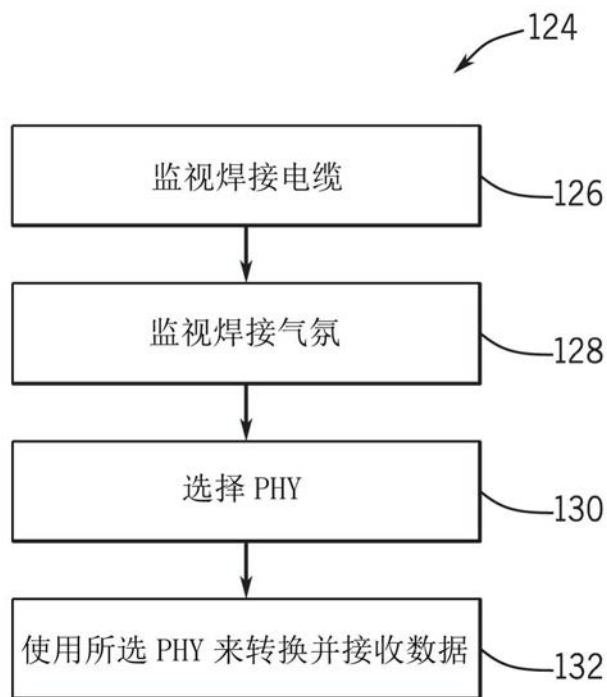


图9

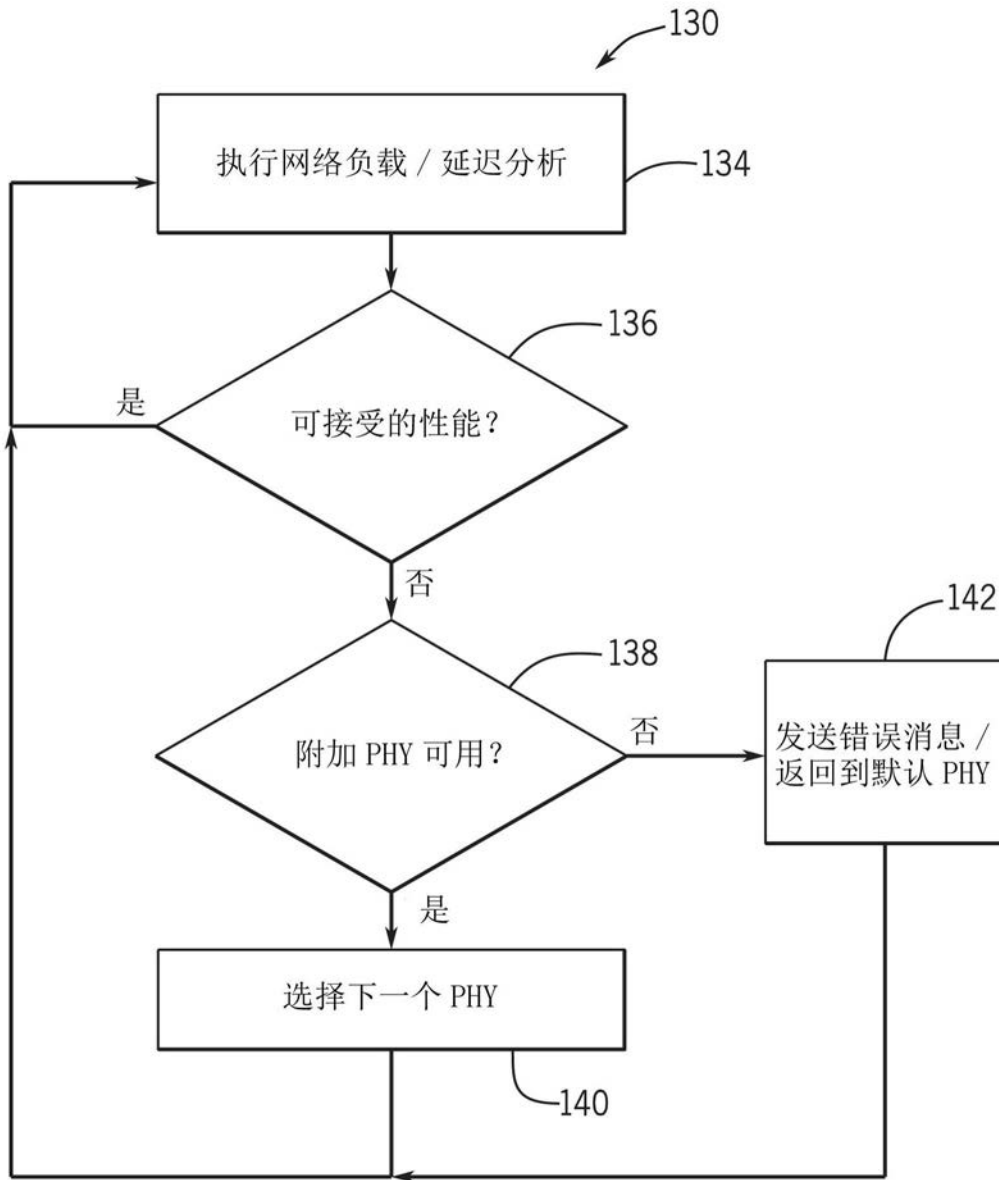


图10