



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107635708 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(21)申请号 201580076128.9

(22)申请日 2015.10.18

(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

(71)申请人 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.

B23K 9/095(2006.01)

B23K 9/10(2006.01)

B23K 9/12(2006.01)

H04B 3/54(2006.01)

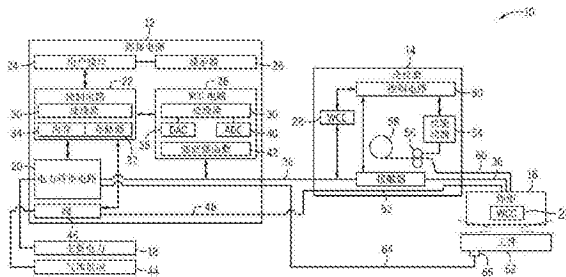
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(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,以从焊接电缆接收数据,并监视焊接电缆的频率杂散或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括横跨焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率杂散或其它干扰信号来调节数据传输特性。



1. 一种焊接系统,其包括:
焊接电源,其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,其包括:
接收器,其被配置为从所述焊接电缆接收数据并监视所述焊接电缆的频率杂散或其它干扰信号;以及
发射器,其被配置为横跨所述焊接电缆发送数据,其中所述发射器被配置为基于所述频率杂散或所述其它干扰信号来调节数据传输特性。
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调和一个或多个未调制音调。
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调,所述调制音调是用于横跨所述焊接电缆发送所述数据的复数正弦信号。
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调,所述未调制音调是包括参考幅度、参考相位和参考频率的正弦信号,并且其中所述未调制音调被用作参考信号以确定用于携带所述数据的音调的补偿系数。
5. 根据权利要求1所述的焊接系统,其包括沿着所述焊接电缆耦合以提供双向数据传输的至少两个发射器和两个接收器。
6. 根据权利要求1所述的焊接系统,其中所述频率杂散与所述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与所述频率杂散或所述其它干扰信号的频率类似的分配频率的各个音调来调节所述数据传输特性。
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. 一种方法,其包括:
经由一组音调分配的初始音调分配,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调;
经由所述焊接电缆提供与焊接系统的焊接电力和数据通信;
采用焊接电缆通信电路监视沿着所述焊接电缆的至少一个焊接系统特性;以及
基于所述至少一个焊接系统特性,改变所述发射器从所述初始音调分配到第二音调分配的所述一个或多个音调的传输。
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沿着所述焊接电缆的所述至少一个焊接系统特性包括:
在最低使用数据信令频率到最高使用数据信令频率的频率跨度,对所述焊接电缆执行所述一个或多个音调的快速傅立叶变换(FFT);以及
使用所述FFT的结果来确定干扰信号的幅度和频率。
12. 根据权利要求10所述的方法,其中改变从所述初始音调分配到所述第二音调分配

的所述一个或多个音调的传输包括从所述音调分配集合中选择替代音调分配。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中监视所述至少一个焊接系统特性包括监视所述焊接电缆的频率杂散。

14. 根据权利要求10所述的方法,其中监视所述至少一个焊接系统特性包括监视所述焊接电缆的与所述电源不另外相关的干扰信号或噪声。

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

16. 一种焊接系统,其包括:

送丝器,其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,其包括:

接收器,其被配置为从所述焊接电缆接收数据,并监视所述焊接电缆的频率杂散或其它干扰信号;以及

发射器,其被配置为横跨所述焊接电缆发送数据,其中所述发射器被配置为基于所述频率杂散或干扰信号来调节数据传输特性。

17. 根据权利要求16所述的焊接系统,其中所述频率杂散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与所述频率杂散或其它干扰信号的频率类似的分配频率的各个音调来调节所述数据传输特性。

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

背景技术

[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。

[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用于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,这些失真影响横跨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横跨焊接电缆的数据中的干扰或失真。因此,采用系统和方法积极避免焊接电缆的干扰可能是有益的,这些系统和方法可有效和准确地改变数据传输方案。

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包括可以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杂散或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括横跨焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率杂散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,一种方法包括采用一组音调分配的初始音调分配,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调。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改变发射器从初始音调分配到第二音调分配的一个或多个音调的传输。

[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,以从焊接电缆接收数据,并监视焊接电缆的频率杂散或其它干扰信号。此外,焊接电缆通信电路包括横跨焊接电缆发送数据的发射器。此外,发射器基于频率杂散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具有焊接电缆通信(WCC)电路的焊接电源的焊接系统的实施例的框图;

[0010] 图2是根据本公开的各方面的用于利用信道均衡滤波器系数补偿频率和时间相关幅度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的信道均衡滤波器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调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调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,实际实施方式的所有特征可能在说明书中不被描述。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,必须做出许多实施方式特定的决定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、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棒焊、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可以向用于各种焊接应用(例如,GMAW焊接、焊剂芯电弧焊(FCAW))的焊炬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

生成或存储装置或其组合),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(例如,主电力可以源自电网)提供。因此,焊接电源12包括可以包括诸如变压器、整流器、开关等的电路元件的电力转换电路20,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可以适于直接从墙壁插座接收转换的辅助电力输出。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,通过该输入,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、无线装置等的任何输入装置接收输入。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包括控制焊接电源12的操作的至少一个控制器或处理器30,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可以包括存储装置32和内存装置34。存储装置32(例如,非易失性存储器件)可以包括ROM、闪存存储器、硬盘驱动器或任何其它合适的光学、磁性或固体状态存储介质或其组合。存储装置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)、接触尖端和工件之间的距离、电压、电流、焊接装置设定等。

[0026] 内存装置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。内存装置34可以存储各种信息,并且可以用于各种目的。例如,内存装置34可以存储用于处理器30执行的处理器可执行指令(例如,固件或软件)。此外,用于各种焊接过程的各种控制方式以及相关设定和参数可以与被配置为提供操作期间特定输出(例如,启动送丝,启动气体流动,捕捉焊接电流数据,检测短路参数,确定溅出量)的代码一起存储在存储装置32和/或内存装置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,焊接数据可以设置有焊接电缆36,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可以通信地耦合到焊接电缆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(和/或接收)给送丝器14和焊炬16。

[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、由一个或多个处理器30可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器系数。具体地,失真特性可以是频率和时间相关的幅度和相位失真(例如,与频率相关和时间相关的幅度和/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器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可以并入控制电路22内,或可以耦合到控制电路22。

[0029] DAC 38可以耦合到处理器30,并且被配置为使用一个或多个载波信道或“音调”发送数据通信。具体地,一个或多个音调可以被描述为由DAC 38发送的复数正弦信号。在某些实施例中,DAC 38可以设置在焊接电源12内,并且音调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,并且音调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可以发送调制音调和/或未调制音调。调制音调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可以利用混合幅度和相位调制方案,诸如双相移键控(BPSK)、正交相移键控(QPSK)、16进制正交幅度键控(16-QAM)或类似变化。发送的调制音调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、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调(也称为“导频音调”)。具体地,未调制音调可以是具有诸如预定义的幅度、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可以发送具有相同幅度但不同频率的未调制音调,其可以是较低参考频率和相位偏移值的整数倍。特别地,在某些实施例中,调制音调可以基于其分配的频率或其在OFDM帧内的位置而与未调制音调区分开。例如,调制和未调制音调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。由于未调制音调的特性也是已知的,所以未调制音调可以用作参考音调。在某些实施例中,也可以发送具有已知特征的一组调制音调。例如,具有已知数据调制方案和已知(或预定义的)数据序列的调制音调可以被发送以代替和/或与已知的未调制音调一起。

[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个符号被附加到帧的开头。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中的等效频率和时间相关的幅度和相位失真,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,测量失真的反函数)。因此,在某些实施例中,可以使用已知的已调制或已知的未调制音调作为参考。在某些实施例中,DAC 38可以发送多个音调,其中任何数量的音调可以被调制或未被调制。例如,由DAC 38发送的64个音调中,48个音调可以是用于数据传输的调制音调,并且16个音调可以是用作参考音调(没有任何数据调制)的未调制音调。应当注意,DAC 38可以被配置为发送任何数量的调制音调和未调制音调。

[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)上发送调制和未调制音调。例如,在OFDM方案内,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调,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各自被配置为携带特定信号的一系列非重叠频率子带。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调共享。

[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调,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接收到的调制和未调制音调以表征焊接电缆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发送的未调制音调与由ADC 40接收的未调制音调进行比较。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中可能的频率和时间相关的幅度和相位失真,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,存储装置32或内存装置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调的特性(例如,相位、幅度、频率),与WCC电路28发送或接收的每个音调的频率相关的信息,未调制或调制音调的数量和/或分组,焊接电缆36中的一个或多个确定的频率和时间相关幅度以及相位失真,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器系数,当前、先前、实际或校正的焊接操作参数(例如,焊接电压、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,存储装置32或内存装置34可被配置为存储具有已知特性的未调制(例如,参考)或调制音调的一个或多个模板。例如,一个或多个模板可以包括每个具有已知幅度、已知频率和已知相移的16个未调制音调。当WCC电路28接收到一个或多个未调制音调时,WCC电路28可被配置为将接收到的调制或未调制音调与对应的模板进行比较。

[0036] 气体供应源44提供保护气体,诸如氩气、氦气、二氧化碳等,这取决于焊接应用。保护气体流到控制气体流动的阀46,并且如果需要,可以选择以允许调制或调节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,以实现、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一起封装)到向焊接应用提供保护气体的送丝器14。可以理解,焊接系统10的某些实施例可以不包括气体供应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还可以使用布置在焊接电源12内的电缆36和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可以以与焊接电源12与控制电路22配合的方式与送丝器14的控制电路50配合。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可以提供用于通信数据的通信介质以到达送丝器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还能够沿着焊接电缆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,并且被配置为启用或禁用焊接电力以继续流向用于焊接应用的焊接电缆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包括丝驱动器54,该丝驱动器54接收来自控制电路50的控制信号以驱动滚筒56,该滚筒56旋转以将丝从丝的线轴58拉出。丝通过丝电缆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输送用于焊接应用的丝、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)终止的工作电缆64将焊接电源12耦合到工件62以完成焊接电力电路。

[0041] 图2是根据本公开的各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的频率和时间相关的幅度和相位失真。可以通过确定一个或多个信道均衡滤波器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器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器系数表征焊接电缆36的参数或特性。具体地,一个或多个信道均衡滤波器系数可以是代表焊接电缆36的各种特性的值。例如,信道均衡滤波器系数可以代表焊接电缆36的失

真特性。换句话说,信道均衡滤波器系数可以代表焊接电缆36的频率和时间相关的幅度和相位失真。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器系数可用于补偿焊接电缆36内的频率和时间相关幅度和相位失真,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,其中如果没有缓解的话,由于焊接电缆36中的频率和时间相关的幅度和相位失真,焊接电源12提供的焊接电压将与由焊炬16接收的焊接电压基本上不同。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器系数。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器系数,该一个或多个信道均衡滤波器系数被确定为补偿焊接电缆36内的任何频率和时间相关的幅度和相位失真,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发送调制音调 and 未调制音调(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调。如上所述,调制音调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、丝速度等)相关或与焊接系统10的调节的操作参数相关的信息。特别地,由DAC 38发送的未调制音调(例如,导频音调)可能不携带与焊接过程或操作相关的任何信息。相反,未调制音调可以是具有预定义或已知特性的正弦参考信号,诸如预定义的幅度、频率和/或相位。例如,在某些实施例中,发送的所有未调制音调可以具有相同的频率和幅度。在某些实施例中,发送的调制音调也可以具有允许将调制音调用作参考音调的已知特性。此外,在某些实施例中,未调制音调可以各自以已知的相位发送。例如,发送的未调制音调中的每一个可以以音调频率相等间隔开,使得每个后续音调将其对第一音调的相位参考递增90度。例如,如果第一未调制音调处于0度的相位参考,则第二未调制音调可以处于90度相位,第三未调制音调可以处于180度相位,等等。应当注意,只要频率、幅度和相位配置是已知的并且基本上恒定,则未调制音调可以被配置为任何替代的未调制音调配置。例如,在某些实施例中,每个未调制音调的相位不需要相等间隔开,只要相位是已知的。

[0044] 方法66进一步包括WCC电路28在ADC 40处接收发送的调制和未调制音调(框70)。在某些实施例中,WCC电路28可以将调制音调和未调制音调发送到焊炬16,并且可以从焊炬16接收发送的音调。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调的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调,并且还可以被配置为接收发送音调的原始位置。

[0045] ADC 40可以将接收的音调(例如,调制和未调制音调)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调(框72)。如上所述,数字滤波器函数可用于将发送的未调制音调与接收的未调制音调进行比较。如上所述,发送的未调制音调以已知的幅度、频率和相位发送。因此,在某些实施例中,发送的未调制音调可以用作参考音调,并且与滤波器函数42内的接收的未调制音调进行比较,以确定一个或多个差异,诸如相位、幅度或频率上的差异。

基于发送和接收的未调制音调之间的差异,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器系数。具体地,信道均衡滤波器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器系数来补偿频率和时间相关的幅度和相位失真(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器系数,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器系数来增加或减少由送丝器14提供的丝速度。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提供作为对焊接系统10的其它部件的实际反馈。

[0047] 特别地,方法66可以用作连续反馈回路75,该反馈回路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相关的幅度和相位失真。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是根据本公开的个方面的用于计算图2的一个或多个信道均衡滤波器系数的方法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接收并由DAC 38发送的调制和未调制音调。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调来计算或确定一个或多个信道均衡滤波器系数,如下面进一步描述的。

[0049] 在某些实施例中,方法76从未调制音调与由ADC 40接收的调制音调分离开始(框78)。例如,在某些实施例中,ADC 40可以接收64个音调,其中48个音调是用于数据传输的调制音调,并且16个音调是未调制音调。因此,未调制音调可以通过滤波器函数42与调制音调分离,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调的定时和定相(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调与相应的接收音调相关联。例如,DAC 38可以以已知的幅度、已知的频率和已知的相移发送16个未调制音调。因此,16个发送的未调制音调中的每一个可以对应于16个接收的未调制音调中的每一个。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调与其对应的接收音调相关联。在某些实施例中,方法76可以被配置为在将调制音调与未调制音调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调的特性(例如,相位、幅度和/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调的实际幅度

和实际相位(方框82)。如上所述,发送的未调制音调可以以已知的频率、已知的幅度和已知的相位发送,并且因此可以用作参考音调。因此,一旦确定了接收的未调制音调的实际特性,方法76可以包括将接收的未调制音调的特性与发送(参考)未调制音调的特性进行比较(方框84)。可以以任何合适的方式对接收的未调制音调和发送的(参考)未调制音调进行比较。

[0052] 例如,在某些实施例中,接收的未调制音调被原始发送(参考)未调制音调的复共轭相乘。矢量乘以其复共轭的预期结果是具有幅度而不是虚部的矢量。在这种情况下,期望的答案将是“ $1+j0$ ”。由接收到的未调制音调的复共轭和原始发送(参考)音调相乘产生的误差矢量用于执行内插。采用具有内插幅度和内插相位的相量,在每个索引频率处内插填充该组音调的丢失成员。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调的幅度和相位失真。例如,实际答案是针对每个导频音调频率的一系列矢量,每个矢量具有幅度和相位。因此,如果对于为64的OFDM符号长度接收到16个未调制音调,则数字滤波器函数处理的实际结果可以是具有频率、幅度和相位的 3×64 矩阵作为列向量,并且64个值中的每一个假定一行位置。16个测量的误差矢量填充分配给参考音调的 3×64 矩阵中的位置,并且分配给数据音调的48个“丢失”音调用内插值填充。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向。其它参考音调与数据音调配置、FFT长度和OFDM符号配置也是可能的。

[0053] 滤波器函数42可以被配置为利用在接收的未调制音调和发送的(参考)未调制音调之间确定的差来确定信道均衡滤波器系数(方框86)。如上所述,信道均衡滤波器系数定义了具有由OFDM系统中使用的音调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,否则指定为OFDM帧中的符号,排除任何循环前缀,以及哪个滤波器向焊接电缆36的频率相关幅度和相位失真提供反函数。作为进一步的信息,信道均衡滤波器的反向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器系数的反向,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)不是本身的特征,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调确定的信道均衡滤波器系数,预失真由在函数的下一次迭代中将由DAC 38发送的调制和未调制音调中的每一个(框88)。例如,未调制音调可以通过信道均衡(FIR)滤波器与调制音调相乘,以校正焊接电缆36的频率和时间相关幅度和相位失真(例如,焊接电缆36的失真特性)。因此,以这种方式,利用信道均衡滤波器系数来补偿焊接电缆系统中的频率和时间相关的幅度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功能,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是根据本公开的各方面的图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耦合到工件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中的频率和时间相关幅度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中的估计和补偿的频率和时间相关幅度和相位失真的比较,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中的频率和时间相关的幅度以及相位失真的精度。

[0058] 图5是根据本公开的各方面的图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、温度和生产批次改变了数次。开关调节器电路93可以在焊接应用期间引起横跨焊接电缆36发送的焊接电源12内的频率杂散。如下文更详细地讨论的,频率杂散或其它干扰信号可能对横跨焊接电缆36的数据传输提供干扰。因此,处理器30指示DAC 38以限制与焊接电源12不相关的频率杂散或其它干扰信号的干扰的频率范围来发送数据。

[0059] 为了跟踪焊接电缆上的频率杂散,WCC电路28包括耦合到焊接电缆36的ADC 40。ADC 40可以沿着焊接电缆36监视电力和数据特性,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内的频率杂散的存在和幅度。另外,焊接电源12的控制电路22还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,从而增加频率杂散的存在的可能性。因此,处理器可以以这种方式来控制DAC38发送的数据的频率范围,以避免当处理器30基于提供给开关调节器电路93的指令确定出现的频率杂散的可能性时的频率杂散。

[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)耦合到送丝器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从通信装置发送数据的频率。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杂散或其它干扰信号的干扰。

[0061] 图6是根据本公开的各方面的用于确定横跨焊接电缆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,频率杂散可能在与电源12的开关频率在谐波上相关的焊接电缆36中发展。频率杂散可以是当利用频域传输方案时横跨焊接电缆36发送的数据的窄带干扰源。因此,可以有利的是在由方法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杂散的干扰,该电源切换调节焊接系统10的焊接电压和电流。

[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可以对于感兴趣的最高频率音调名义上高于奈奎

斯特速率的采样率进行采样。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使用正交频分复用(OFDM)方案用于横跨焊接电缆36的数据传输。在该实施例中,数据传输音调由DAC 38使用逆快速傅里叶变换(IFFT)来生成。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增加的操作为代价来实现频率分辨率,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确定音调范围(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个音调载波。因此,可以在4.6875kHz和500kHz之间选择OFDM音调(即,最高使用数据信令频率)。然而,接近4.6875kHz的OFDM音调可以在焊接系统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个音调载波作为较低范围的频谱(即,最低使用数据信令频率),用于在焊接系统10的低频噪声之上发生数据传输。

[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他数据传输方案。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、定制方案或可用于横跨焊接电缆36的通信的任何其它数据传输方案。此外,这种方案可以经由DAC 38来实现。

[0066] 此外,由于载波音调的间隔(即,IFFT的长度)影响数据速率,所以DAC 38可以使用不同的信令来影响数据速率。例如,采用正交相移键(QPSK)信号,DAC38使用4种不同的状态来指示横跨焊接电缆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,在横跨焊接电缆36发送的单个信号中分配2位数据。可替代地,使用正交幅度调制(QAM)64个信令,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位的数据被分配给横跨焊接电缆36发送的单个信号。因此,利用QAM 64信令代替QPSK信令,对于相同的信道带宽,DAC 38经由焊接电缆36发送数据快3倍。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是根据本公开内存装置34的用于自适应地改变数据传输的音调分配的方法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可以表现出与焊接电源12的开关频率在谐波上相关的频率杂散。频率杂散可以使用频域方法(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,以避免频率杂散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,用于在电源12处的电压和电流切换和/或可能与横跨焊接电缆36的数据传输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杂散可能与横跨焊接电缆36的数据传输的一些频率范围干扰。因此,ADC 40监视焊接电缆36的频率杂散或其它形式的干扰。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可由于切换电压或电流供应而确

定潜在频率杂散的可能性。

[0069] 在检测到频率杂散时,处理器30可以指示DAC 38自适应地改变音调分配,以限制来自频率杂散而与横跨焊接电缆36的数据传输的干扰(框106)。随着ADC 40监视焊接电缆36,观察到任何频率杂散或可能导致频率杂散的事件(例如,电源12处切换的电压或电流)。一旦ADC 40进行这种观察,DAC 38可以由处理器30指示来调节数据传输的音调分配。例如,当ADC 40观察到频率杂散时,DAC 38可以将音调分配改变到更高的频率,该频率超出频率杂散的范围。类似地,当处理器30观察到开关调节器电路93中可能导致频率杂散的事件时,DAC 38也可以将音调分配改变为在潜在频率杂散的预测范围之外的更高频率。

[0070] 除了自适应地改变音调分配之外,处理器30还指示DAC38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,如果在特定频率范围内观察或预测丰富的频率杂散,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调。此外,在ADC 40在先前被阻止的范围中观察到最小的频率杂散之后,处理器30可以基于频率杂散与横跨焊接电缆36的数据传输的干扰的降低的可能性来打开先前阻止的范围,以供DAC 38的未来音调分配。此外,在另一个实施例中,处理器30在ADC 40观察到来自频率杂散的干扰时,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可以向数据传输方案添加额外的带宽。

[0071] 尽管处理器30和DAC 38自适应地改变音调分配(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基于数据传输的实现或潜在的干扰来改变音调分配并阻止和/或添加频率范围。因此,DAC 38可以通过避免由频率杂散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可以以与改变音调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,检测随着数据流入ADC 40中的错误)代替DAC40发送已知的未调制音调,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实施诸如交错方案的其它错误减轻方案。

[0073] 图8是根据本公开内存装置34的用于横跨焊接电缆36的数据传输的物理层通信系统110的框图。除了改变基于焊接电缆36中的干扰和失真的音调分配之外,还可以改变音调的物理层传输方案。如图所示,物理层通信系统110包括自适应介质访问控制器(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)PHY 116、直接序列扩频(DSSS)PHY 118、跳频扩频(FHSS)PHY 120和定制PHY 122。PHY信道116、118、120和122表示用于发送承载数据的音调的各种数字通信传输方案,如上所述。例如,OFDM PHY 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 PHY 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 PHY 120是类似于IEEE 802.11.15标准或向下移动到较低的频率范围的IEEE 802.16WiMAX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,PHY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,PHY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, PHY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PHY 122可定制成包括任何数字通信方法, 其可以经由横跨焊接电缆36的音调被定制用于数据传输。定制PHY 122的定制可以例如通过可移动存储介质无线地完成, 或通过有线数据连接完成。此外, 可以理解, 虽然OFDM PHY 116、DSSS PHY 118和FHSS PHY 120是在无线通信中使用的相似的PHY, 但是PHY信道116、118和120也被专门用于通过焊接电缆36的通信并且可能缺乏其无线通信对应物中存在的特征。例如, PHY信道116、118、120和122获取用于横跨焊接电缆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横跨焊接电缆36提供的音调。数字通信方法与无线传输步骤相分离, 因为加密的数据横跨焊接电缆36发送。另外, PHY信道116、118、120和122也可以在用于长距离通信的低于30MHz而不是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PHY信道116、118、120或122提供到DAC 38。以这种方式, 所选择的PHY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PHY信道116、118、120或122转换数据, MAC112可以接收转换的数据并且作为转换数据和DAC 38之间的链路进行操作, 用于横跨焊接电缆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调重新组合数据, 并确定适当的PHY 116、118、120或122进行解码。此外, MAC 112还可以有助于从PHY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PHY信道116、118、120或122时有助于网络容量和等待时间分析。

[0076] 在另一个实施例中, 多于一个的PHY信道116、118、120或122可以同时操作。例如, OFDM PHY 116、DSSS PHY 118和FHSS PHY 120可配置为相互正交的。也就是说, PHY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, 物理层通信系统110同时操作多于一个的PHY信道116、118和120可能有益于在物理层通信系统110内提供冗余级别。

[0077] 作为示例, 焊接系统10可以包括与较旧版本的送丝器14和较高版本的焊炬16通信的较新版本的焊接电源12。较新版本12的焊接电源可以经由WCC电路28内的DAC 38同时使用OFDM PHY 116和DSSS PHY 118横跨焊接电缆36发送数据。较旧版本的送丝器14可以使用OFDM PHY 116接收和处理由DAC 38发送的数据, 而较新版本的焊炬16可以使用DSSS PHY 118接收和处理由DAC 38发送的数据。因此, 使用两个PHY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, 重新利用定制PHY 122的能力还能够使未来的信令方案成长。

[0078] 图9是根据本公开内存装置34的用于自适应地选择用于横跨焊接电缆36的数据传输的PHY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内的实现或预测的干扰, 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,频率杂散,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可以检测来自正在发送的数据的等待时间成本高的DAC 38的指示,并且焊接系统10可以选择新的PHY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,造船厂可以在任何给定时间任何地方具有从1名焊工到数百名焊工。焊工的工作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,诸如影响处理器30的传输方案选择的当前网络容量。

[0080] 通过监视焊接气氛,处理器30确定PHY信道116、118、120或122中的哪一个适合于横跨焊接电缆36的数据传输,并自动选择PHY信道116、118、120或122(例如,无需人为干预)(框130)。该选择可以实时(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 PHY 116。通常,OFDM PHY 116是单个用户PHY。因此,OFDM PHY 116例如在闭环过程控制中以及在延迟不是关注的情况下使用。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 PHY 118可以被选择,因为DSSS PHY 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PHY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PHY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不利于OFDM PHY 116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 PHY 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,通过耦合到焊接电源12的以太网电缆和单独的计算机装置或通过焊接电源12和远程计算装置的无线连接来设定默认PHY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PHY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PHY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可以接收使用各个接收器40与其兼容的PHY信道116、118、120或122发送的数据。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进行访问网络的焊工之间存在多少滞后时间以及焊工实际上何时由MAC 112授权访问网络。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确定对于当前焊接条件,MAC 112的性能不可接受,则WCC电路28可以做出关于是否存在可用于MAC112改变当前物理层传输方案的附加PHY信道116、118、120或122的新确定(框138)。例如,PHY信道116、

118、120和122可以以从第一PHY信道116到第四PHY信道122的顺序排列。因此,如果附加PHY信道可用,则MAC可以由WCC电路28指示自动选择下一个PHY信道116、118、120或122(框140)。在选择下一个PHY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PHY信道122时,可能没有附加的PHY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),指示没有一个PHY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PHY(在该情况下为PHY信道116),其中网络负载分析可以在框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。

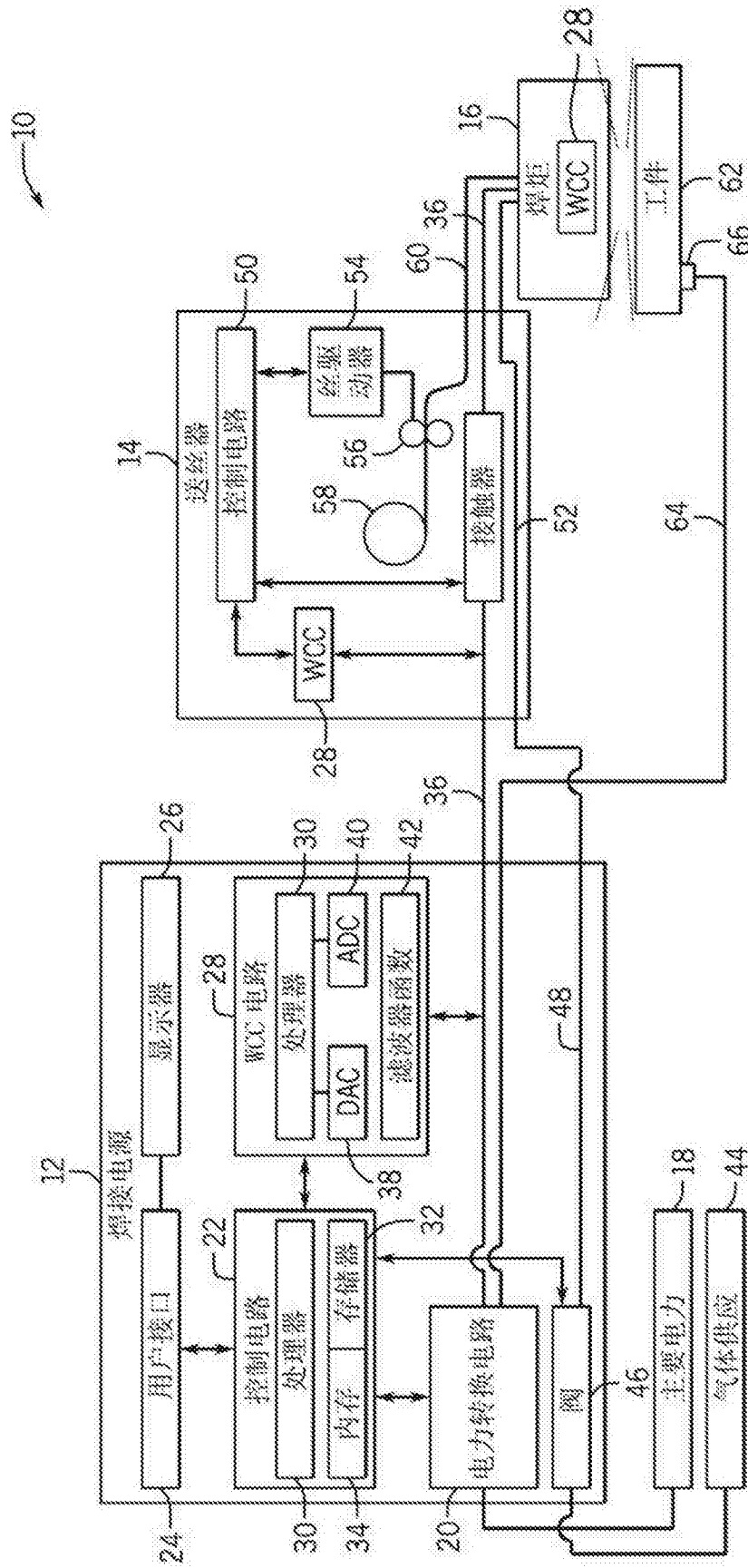


图1

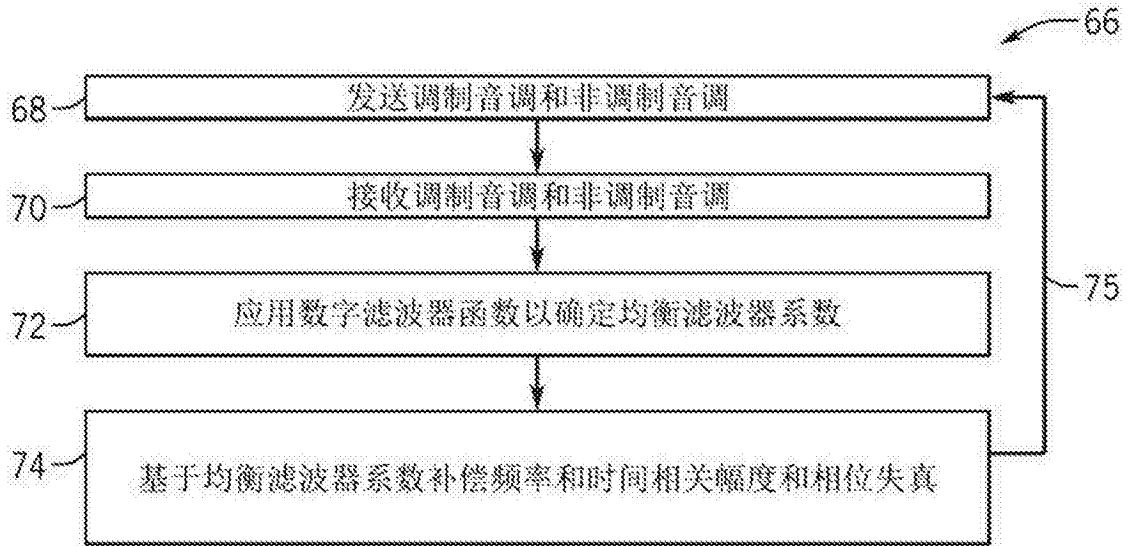


图2

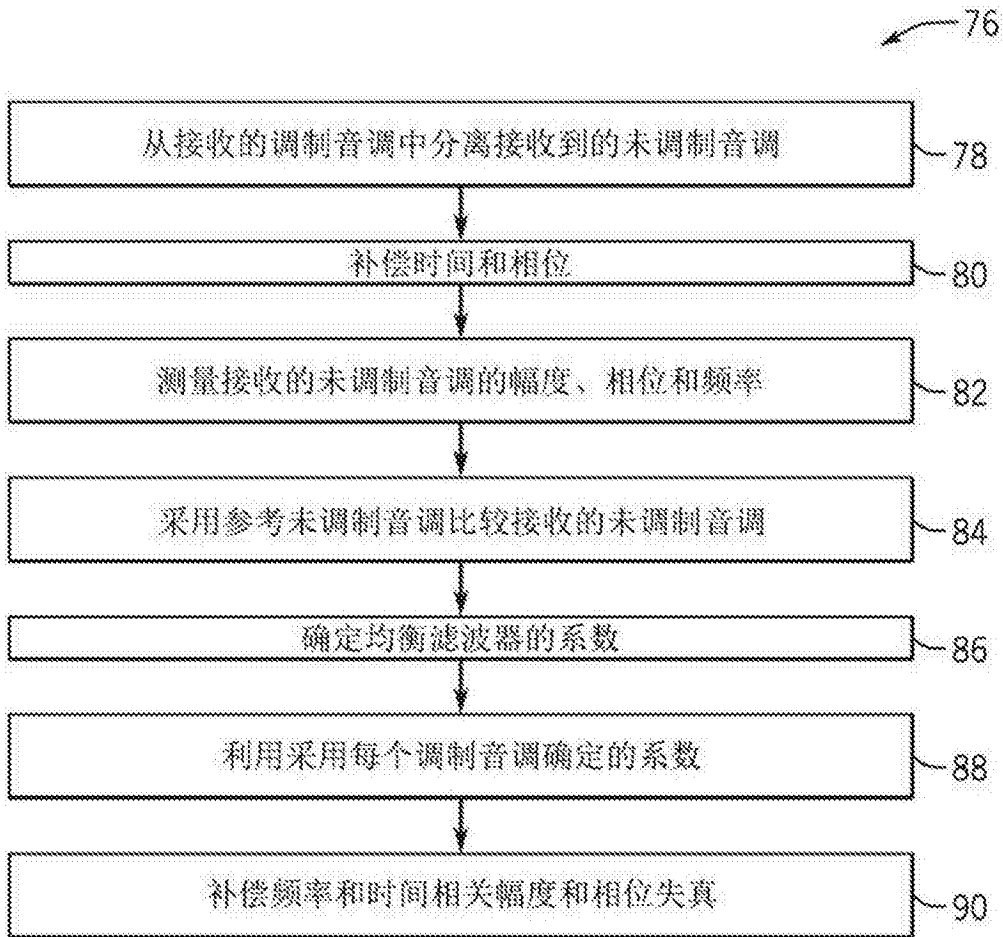


图3

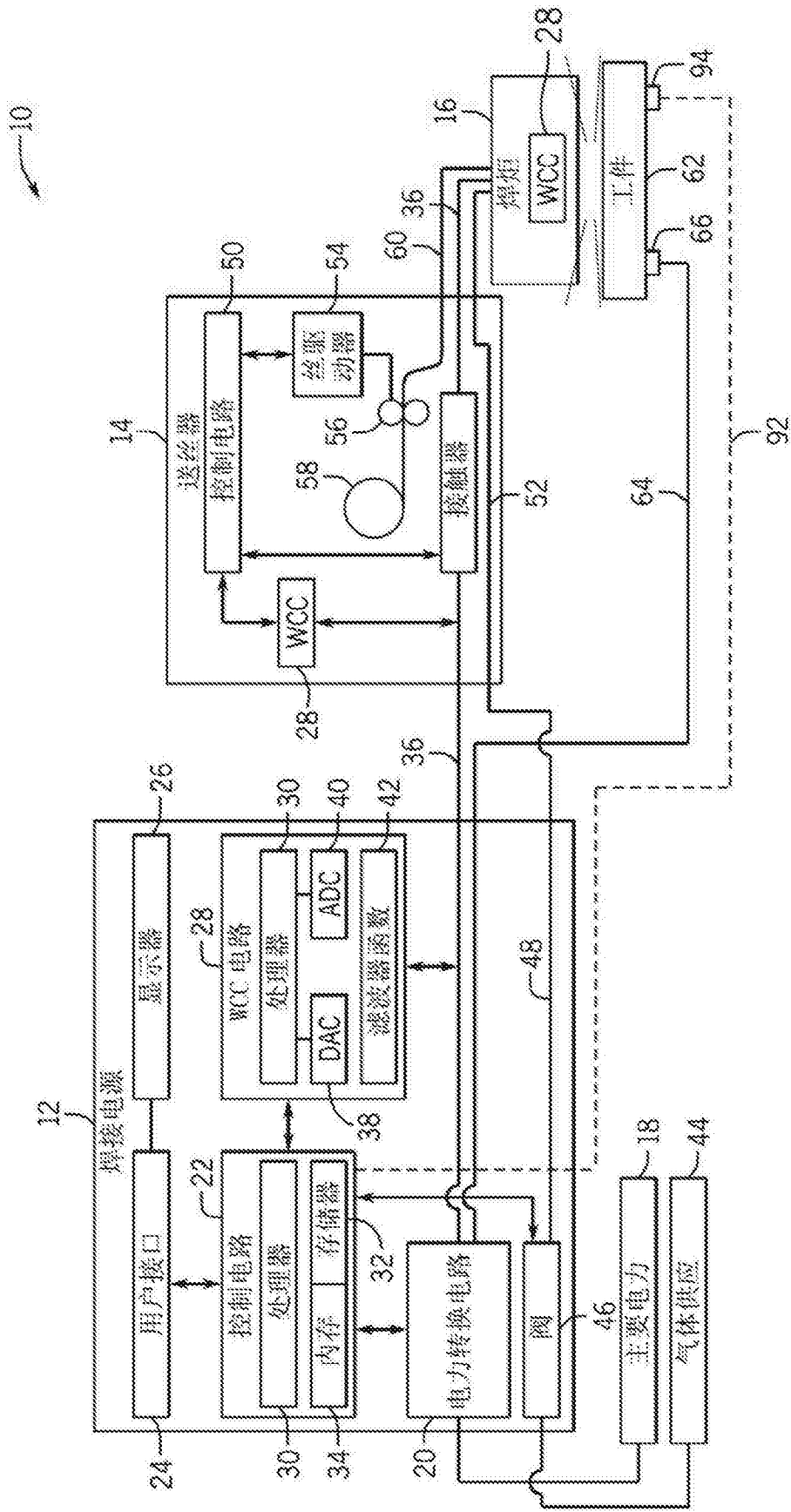


图4

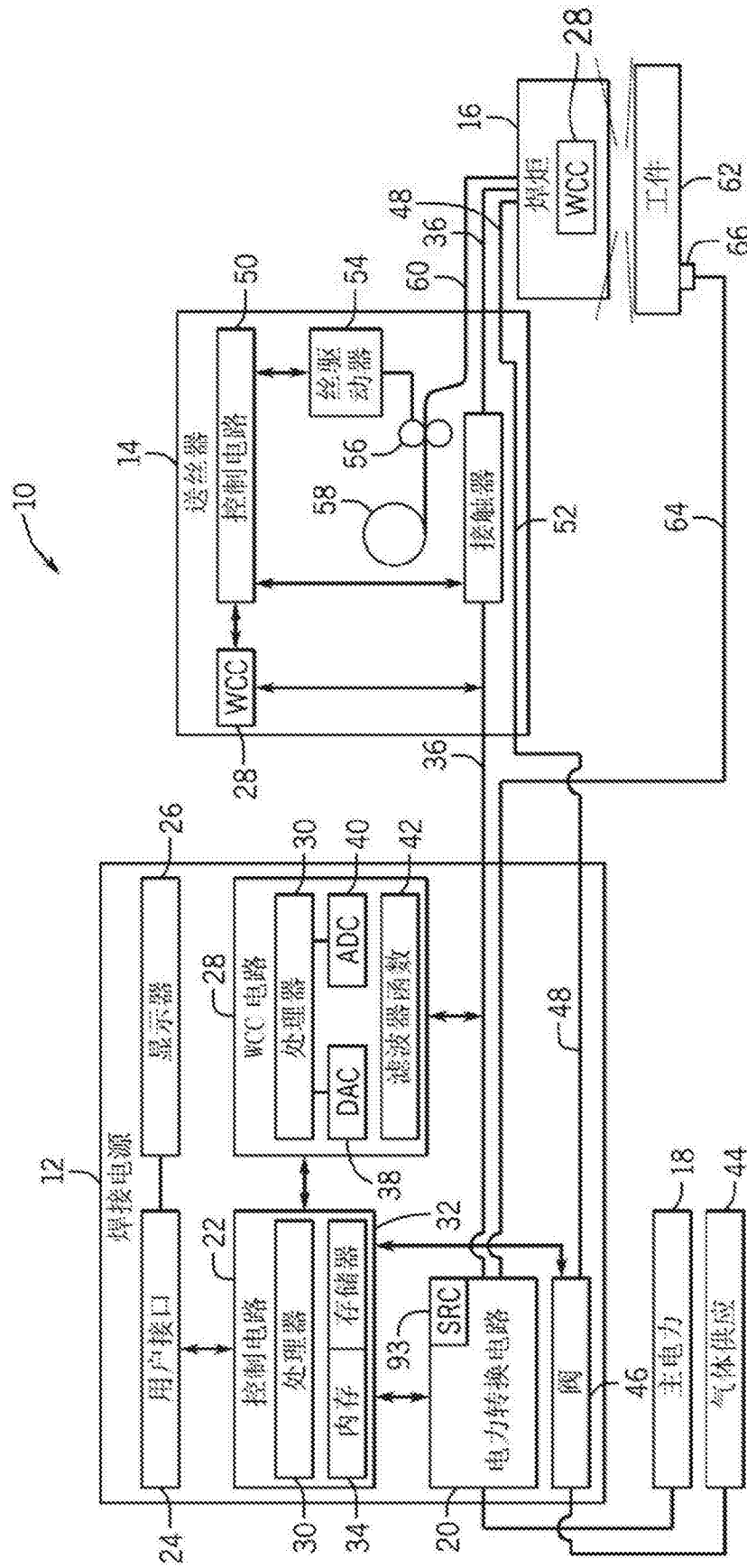


图5

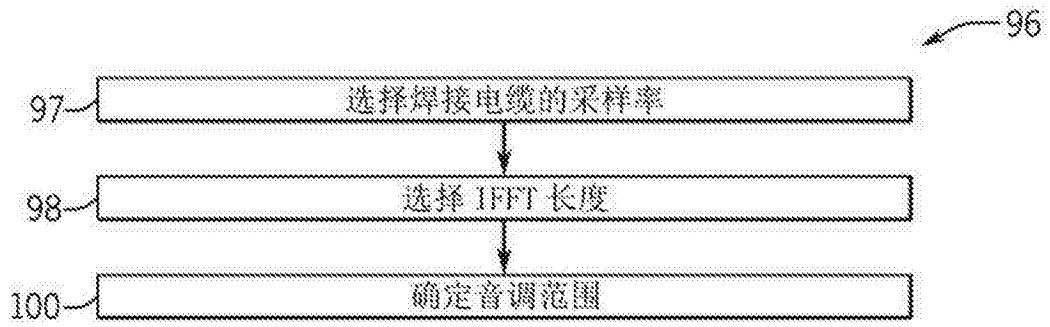


图6

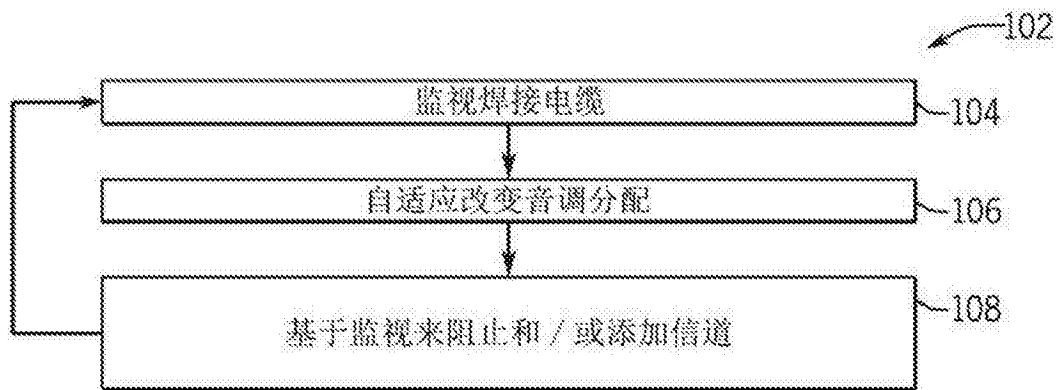


图7

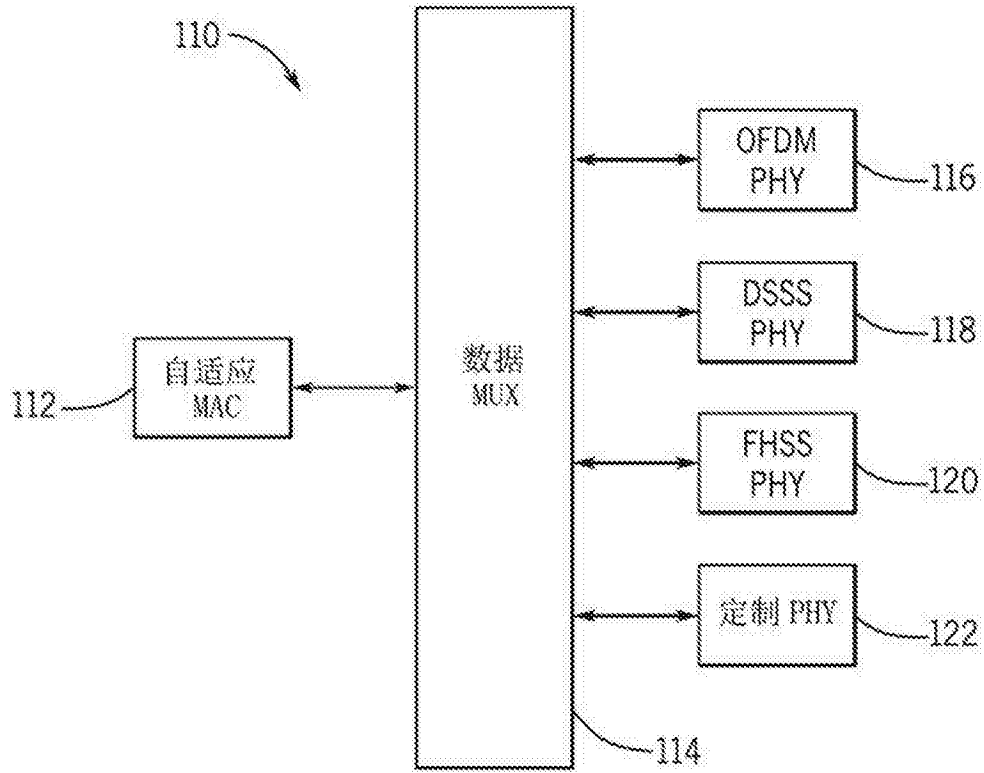


图8

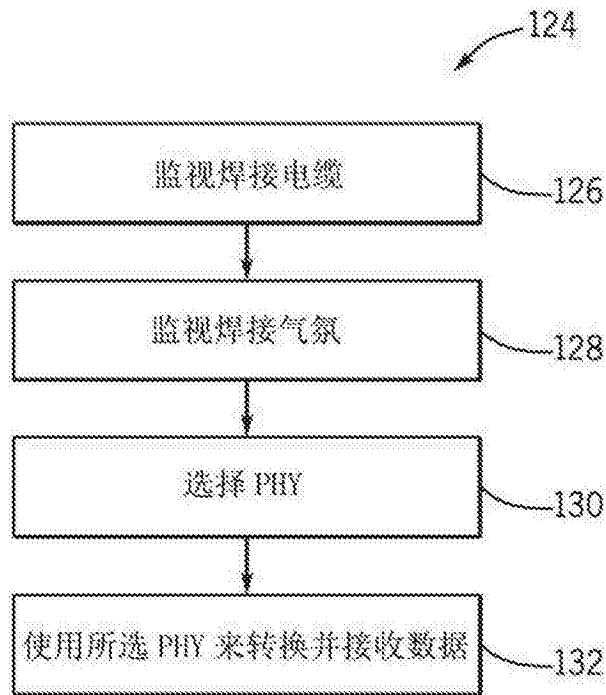


图9

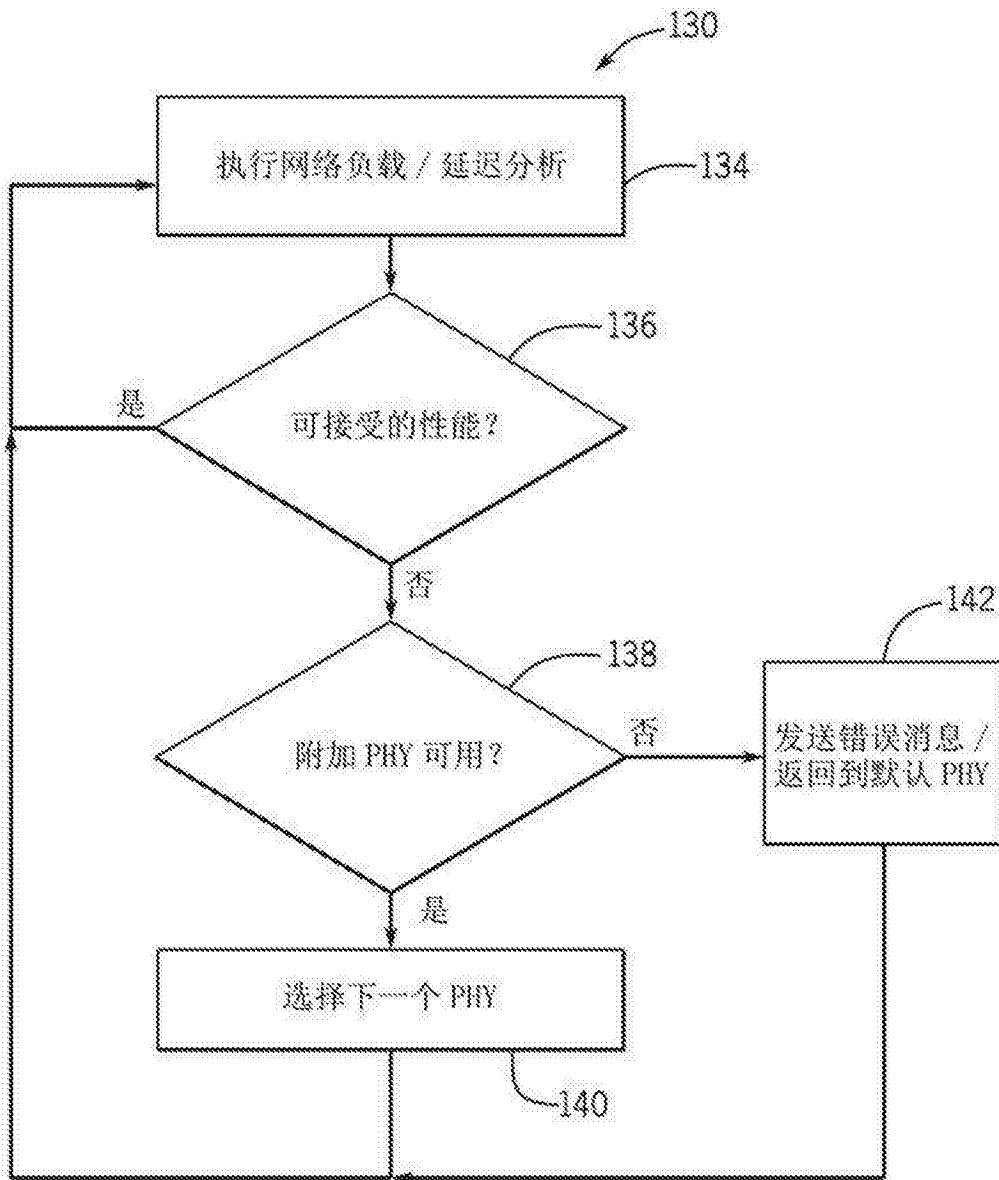


图10