



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107107235 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201580059185.6

(22)申请日 2015.11.02

(30)优先权数据

62/075,712 2014.11.05 US

14/928,697 2015.10.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.04.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/058664 2015.11.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/073372 EN 2016.05.12

(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 威廉·约书亚·贝克尔

杰弗里·戴尔·韦伯

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖 施嘉薇

(51)Int.Cl.

B23K 9/095(2006.01)

B23K 9/32(2006.01)

B23K 31/00(2006.01)

B23K 37/00(2006.01)

G09B 19/24(2006.01)

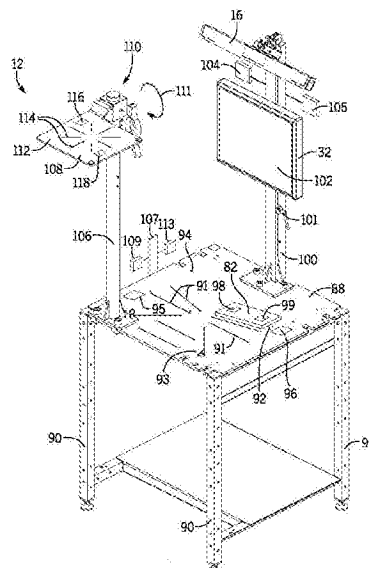
权利要求书2页 说明书61页 附图56页

(54)发明名称

控制焊接系统相机曝光和标记物照明的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及一种系统,所述系统包括一组或多组反射性视觉标记物、配置成发射光的光源,和通信地耦接到所述光源的控制器。每一组反射性视觉标记物耦接到焊接系统的部件。每个反射性视觉标记物配置成将从所述光源接收的所述发射光朝向一个或多个相机反射。所述控制器配置成至少部分地基于用于执行实况电弧焊接操作的所述焊接系统的状态而控制所述光源的照明设定。



1. 一种系统,包括:

一组或多组反射性视觉标记物,其中每一组反射性视觉标记物耦接到焊接系统的部件;

光源,所述光源配置成发射光,其中每个反射性视觉标记物配置成将从所述光源接收的所述发射光朝向一个或多个相机反射;和

控制器,所述控制器通信地耦接到所述光源,其中所述控制器配置成至少部分地基于用于执行实况电弧焊接操作的所述焊接系统的状态而控制所述光源的照明设定。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述控制器配置成控制所述光源的所述照明设定以减少由所述光源造成的所述焊接系统的焊接头盔的无意遮光。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光源的所述照明设定包括所述发射光的波长或强度。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光源的所述照明设定包括所述光源的脉冲速率、所述光源的脉冲占空比,或其任何组合。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述控制器配置成在执行所述实况电弧焊接操作时将所述光源的所述脉冲占空比控制为小于100%。

6. 根据权利要求1所述的系统,包括所述一个或多个相机,其中所述一个或多个相机配置成检测一组或多组反射性视觉标记物和一组或多组有源视觉标记物。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述一个或多个相机配置成在反射性标记物取样间隔期间检测所述一组或多组反射性视觉标记物,并且所述一个或多个相机配置成在有源标记物取样间隔期间检测所述一组或多组有源视觉标记物,其中所述控制器配置成在所述反射性标记物取样间隔期间将所述第一或多个相机控制在第一曝光设定,并且所述控制器配置成在所述有源标记物取样间隔期间将所述一个或多个相机控制在小于所述第一曝光设定的第二曝光设定。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述反射性标记物取样间隔小于所述有源标记物取样间隔。

9. 根据权利要求6所述的系统,其中所述控制器配置成至少部分地基于用于执行所述实况电弧焊接操作的所述焊接系统的所述状态而调整所述一个或多个相机的曝光设定。

10. 一种系统,包括:

一个或多个相机,所述一个或多个相机配置成在反射性标记物取样间隔期间检测被耦接到焊接系统的第一部件的第一组反射性视觉标记物,并且所述一个或多个相机配置成在有源标记物取样间隔期间检测被耦接到所述焊接系统的第二部件的第二组有源视觉标记物;和

控制器,所述控制器通信地耦接到所述一个或多个相机,其中所述控制器配置成在所述反射性标记物取样间隔期间将所述一个或多个相机控制在第一曝光设定,并且所述控制器配置成在所述有源标记物取样间隔期间将所述一个或多个相机控制在小于所述第一曝光设定第二曝光设定。

11. 根据权利要求10所述的系统,包括:

耦接到所述焊接系统的所述第一部件的所述第一组反射性视觉标记物;和

耦接到所述焊接系统的所述第二部件的所述第二组有源视觉标记物。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述第一部件包括所述焊接系统的工件、配置成耦接到所述工件的夹具组件、所述焊接系统的支架,或其任何组合。

13. 根据权利要求11所述的系统,其中所述第二部件包括所述焊接系统的焊炬。

14. 根据权利要求11所述的系统,其中所述反射性标记物取样间隔小于所述有源标记物取样间隔。

15. 根据权利要求11所述的系统,包括配置成发射光的光源,其中所述第一组反射性视觉标记物中的每个反射性视觉标记物配置成将从所述光源接收的所述发射光朝向所述一个或多个相机反射,其中所述控制器通信地耦接到所述光源,并且所述控制器配置成至少部分地基于用于执行实况电弧焊接操作的所述焊接系统的状态而控制所述光源的照明设定。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中所述光源的所述照明设定包括所述发射光的波长、所述发射光的强度、所述光源的脉冲速率、所述光源的脉冲占空比,或其任何组合。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中所述控制器配置成在执行所述实况电弧焊接操作时将所述光源的所述脉冲占空比控制为小于100%。

18. 一种方法,包括:

从光源发射光以照明被耦接到焊接系统的第一部件的第一组反射性视觉标记物;

经由一个或多个相机,在反射性标记物取样间隔期间检测从所述第一组反射性视觉标记物反射的光;

经由所述一个或多个相机,在有源标记物取样间隔期间检测从第二组有源视觉标记物所发射的光,其中所述第二组有源视觉标记物耦接到所述焊接系统的第二部件;和

至少部分地基于用于执行实况电弧焊接操作的所述焊接系统的状态而控制所述光源的照明设定和所述一个或多个相机的曝光设定中的至少一者。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中控制所述照明设定包括在执行所述实况电弧焊接操作时将所述光源的脉冲占空比控制为小于100%。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中控制所述一个或多个相机的所述曝光设定包括在所述反射性标记物取样间隔期间控制所述一个或多个相机的所述曝光设定以使其减小。

21. 根据权利要求18所述的方法,包括至少部分地基于所检测的从所述第一组反射性视觉标记物反射的光和从所述第二组有源视觉标记物发射的光而确定所述第二部件相对于所述焊接系统的所述第一部件的位置和取向。

控制焊接系统相机曝光和标记物照明的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2014年11月5日提交的标题为“控制焊接系统相机曝光的系统和方法(SYSTEM AND METHOD OF CONTROLLING WELDING SYSTEM CAMERA EXPOSURE)”的美国临时申请No.62/075,712的优先权和权益,该美国临时申请的全文出于所有目的以引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 本发明总的来说涉及焊接,并且更明确地说,涉及可用于监视焊接环境并管理与焊接环境相关联的焊接数据(例如,在焊接期间和/或焊接之前从焊接环境收集的焊接数据)的焊接系统。

[0004] 焊接是一种已在各种行业和应用中越来越多地被使用的工艺。这些工艺在某些情形下可以是自动化的,但是对手动焊接操作来说,继续存在大量应用。在两种状况下,这些焊接操作依赖于各种类型的设备来确保在期望时间以适当量将焊接耗材(例如,送丝、保护气体等)的供应品提供给焊接点。

[0005] 在预备执行手动焊接操作的过程中,可使用焊接系统(例如,焊接训练系统)来训练焊接操作员。焊接系统可被设计成用适当的技术训练焊接操作员以执行各种焊接操作。某些焊接系统可使用各种训练方法。如可了解的是,这些训练系统的获得和操作可能是昂贵的。因此,焊接训练机构可能仅获得有限数量的这些训练系统。此外,某些焊接系统可能无法充分地训练焊接操作员来执行高质量焊接。

附图说明

[0006] 当参照附图阅读具体实施方式时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,在各个附图中,相同附图标记表示相同部分,其中:

[0007] 图1是根据本公开的方面的焊接系统的实施例的框图;

[0008] 图2是根据本公开的方面的图1的焊接系统的一些部分的实施例的框图;

[0009] 图2A是根据本公开的方面的图1的焊炬的电路的实施例的示意图;

[0010] 图3是根据本公开的方面的图1的焊炬的实施例的立体图;

[0011] 图4是根据本公开的方面的图1的焊接支架的实施例的立体图;

[0012] 图5是根据本公开的方面的校准装置的实施例的立体图;

[0013] 图6是根据本公开的方面的夹具组件的实施例的立体图;

[0014] 图7是根据本公开的方面的焊丝伸出校准工具的实施例的立体图;

[0015] 图8是根据本公开的方面的图7的焊丝伸出校准工具的俯视图;

[0016] 图9是根据本公开的方面的用于对焊丝从焊炬的伸出度进行校准的方法的实施例;

[0017] 图10是根据本公开的方面的具有物理标记的焊接耗材的实施例的立体图;

[0018] 图11是根据本公开的方面的具有物理标记的焊丝的实施例的立体图;

- [0019] 图12是根据本公开的方面的图1的焊接支架的垂直臂组件的实施例的立体图；
- [0020] 图13是根据本公开的方面的仰焊臂组件的实施例的立体图；
- [0021] 图14是根据本公开的方面的具有多种训练模式的焊接软件的实施例的框图；
- [0022] 图15是根据本公开的方面的焊接软件的虚拟现实模式的实施例的框图；
- [0023] 图16是根据本公开的方面的用于整合训练结果数据的方法的实施例；
- [0024] 图17是根据本公开的方面的图示焊接操作员的多组焊接数据的图表的实施例；
- [0025] 图18是根据本公开的方面的图示焊工的焊接数据与一个班级的焊接数据相比的图表的实施例；
- [0026] 图19是根据本公开的方面的用于存储认证状态数据的数据存储系统(例如,云存储系统)的实施例的框图；
- [0027] 图20是根据本公开的方面的图示对应于焊接的数据的屏幕的实施例；
- [0028] 图21是根据本公开的方面的图示焊接的不连续性分析的屏幕的实施例；
- [0029] 图22是根据本公开的方面的焊接软件的焊接教员屏幕的实施例的框图；
- [0030] 图23是根据本公开的方面的用于使用增强现实进行的焊接训练的方法的实施例；
- [0031] 图24是根据本公开的方面的用于使用增强现实进行的焊接训练的另一方法的实施例；
- [0032] 图25是根据本公开的方面的焊炬的实施例的框图；
- [0033] 图26是根据本公开的方面的使用焊炬将振动反馈提供给焊接操作员的方法的实施例；
- [0034] 图27是根据本公开的方面的各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的频率的两种样式的实施例的图形；
- [0035] 图28是根据本公开的方面的各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的调制频率的两种样式的实施例的图形；
- [0036] 图29是根据本公开的方面的各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的振幅的两种样式的实施例的图形；
- [0037] 图30是根据本公开的方面的具有可用于追踪焊炬的球形标记物的焊炬的实施例的立体图；
- [0038] 图31是根据本公开的方面的沿着图30的剖切线31-31截取的焊炬的实施例的立体图；
- [0039] 图32是根据本公开的方面的焊炬和视觉标记物的实施例的俯视图；
- [0040] 图33是根据本公开的方面的用于在焊炬的显示器上关联于阈值而显示焊接参数的方法的实施例；
- [0041] 图34是根据本公开的方面的用于关联于阈值而展示焊接参数的焊炬的显示器的一组屏幕截图的实施例；
- [0042] 图35是根据本公开的方面的用于使用至少四个标记物而在焊接系统中追踪焊炬的方法的实施例；
- [0043] 图36是根据本公开的方面的用于检测处理器与焊炬通信的能力的方法的实施例；
- [0044] 图37是根据本公开的方面的可与焊接系统一起使用的用于校准弯曲焊接接头的方法的实施例；

- [0045] 图38是根据本公开的方面的弯曲焊接接头的实施例的图；
- [0046] 图39是根据本公开的方面的弯曲焊接接头和标记工具的实施例的图；
- [0047] 图40是根据本公开的方面的用于追踪多行程焊接操作的方法的实施例；
- [0048] 图41是根据本公开的方面的焊接支架的实施例的立体图；
- [0049] 图42是根据本公开的方面的图41的焊接支架的焊接表面的实施例的横截面图；
- [0050] 图43是根据本公开的方面的具有可移除盖的感测装置的实施例的横截面图；
- [0051] 图44是根据本公开的方面的校准工具的实施例的立体图；
- [0052] 图45是根据本公开的方面的图44的校准工具的立体图，其中外盖被移除；
- [0053] 图46是根据本公开的方面的校准工具的尖末端的实施例的侧视图；
- [0054] 图47是根据本公开的方面的校准工具的圆末端的实施例的侧视图；
- [0055] 图48是根据本公开的方面的校准工具的具有较小尖末端的圆末端的实施例的侧视图；
- [0056] 图49是根据本公开的方面的用于检测校准点的方法的实施例；
- [0057] 图50是根据本公开的方面的用于基于焊接路径来确定焊接得分的方法的实施例；
- [0058] 图51是根据本公开的方面的使用焊炬的用户接口而在焊接模式之间转变的方法的实施例；
- [0059] 图52是根据本公开的方面的远程焊接训练系统的实施例；
- [0060] 图53是根据本公开的方面的具有来自不同操作员的焊接数据的控制面板页面的实施例；
- [0061] 图54是根据本公开的方面的具有深度传感器和局部定位系统的焊接系统的实施例；
- [0062] 图55是根据本公开的方面的控制焊炬的视觉标记物以追踪焊炬的移动和位置的方法的实施例；
- [0063] 图56是根据本公开的方面的具有视觉标记物的基础部件的横截面图；
- [0064] 图57是根据本公开的方面的焊接支架的臂和夹持组件的实施例的立体图；
- [0065] 图58是根据本公开的方面的沿着剖切线58-58截取的图57的夹持组件的底座的实施例的俯视图；
- [0066] 图59是根据本公开的方面的耦接到图57的夹持组件的校准块的实施例的立体图；
- [0067] 图60是根据本公开的方面的用于针对焊位不当的焊接作业而设置训练支架的臂的方法的实施例；
- [0068] 图61是根据本公开的方面的用于通过焊接系统来选择并执行多行程焊接作业的方法的实施例；
- [0069] 图62是根据本公开的方面的图示对应于焊接的数据(包含电弧参数)的屏幕的实施例；
- [0070] 图63是根据本公开的方面的图示对应于未检测到电弧的焊接测试的数据的屏幕的实施例；
- [0071] 图64是根据本公开的方面的图示作业开发例程的屏幕的实施例；
- [0072] 图65是根据本公开的方面的图示与焊接过程相关的性质的屏幕的实施例；
- [0073] 图66是根据本公开的方面的图示对应于模拟焊接的数据的屏幕的实施例；

- [0074] 图67是根据本公开的方面的图示在焊接的起始之前对应于焊接的数据的屏幕的实施例；
- [0075] 图68是根据本公开的方面的图示焊接测试参数的汇总的屏幕的实施例；
- [0076] 图69是根据本公开的方面的图示在焊接测试期间对应于焊接的数据(包含电弧参数)的屏幕的实施例；
- [0077] 图70是根据本公开的方面的图示对应于焊接的数据(包含热输入)的屏幕的实施例；
- [0078] 图71是根据本公开的方面的焊炬相对于工件的朝向的实施例的图；
- [0079] 图72是根据本公开的方面的标记物的实施例,该标记物可通过标记工具涂覆到工件；
- [0080] 图73是根据本公开的方面的标记物的实施例,该标记物可通过标记工具涂覆到工件；
- [0081] 图74是根据本公开的方面的标记物的实施例,该标记物可通过标记工具涂覆到工件；
- [0082] 图75是根据本公开的方面的标记物的实施例,该标记物可通过标记工具涂覆到工件；
- [0083] 图76是根据本公开的方面的具有标记工具和标记物的焊接系统的实施例的立体图,该标记物利用标记工具涂覆到工件的表面;以及
- [0084] 图77是根据本公开的各个方面的校准焊炬的多组视觉标记物的方法的实施例。

具体实施方式

[0085] 图1是一个或多个焊接系统10的实施例的框图。如本文所使用,焊接系统可包含任何适当焊接相关系统,包含(但不限于)焊接训练系统、实况焊接系统、远程焊接训练系统(例如,头盔式训练系统)、模拟焊接系统、虚拟现实焊接系统等。例如,焊接系统10可包含(但不限于)从威斯康星州阿普尔顿的米勒电气公司(Miller Electric of Appleton,WI)购得的LiveArc™焊接表现管理系统。焊接系统10可包含用于为各种训练装置提供支撑的焊接支架12。例如,支架12可被配置成支撑焊接表面、工件82、夹具、一个或多个训练臂等。焊接系统10包含可由焊接操作员(例如,焊接学员)使用以执行焊接操作(例如,训练操作)的焊炬14。如下文更详细地描述,焊炬14可配置有用户接口、控制电路和通信接口,其中所述用户接口被配置成从焊接操作员接收输入,所述控制电路被配置成处理输入,并且所述通信接口被配置成将输入提供给另一装置。此外,焊炬14可包含一个或多个显示器和/或指示器以将数据提供给焊接操作员。

[0086] 此外,焊接系统10包含用于感测一个或多个焊接装置的位置和/或感测一个或多个焊接装置的取向的一个或多个感测装置16(例如,传感器、感测组件等)。例如,感测装置16可用于感测支架12、焊炬14、焊接表面、工件82、夹具、一个或多个训练臂、操作员、识别标志等的位置和/或取向。一个或多个感测装置16可包含任何适当感测装置,例如,惯性感测装置或运动追踪装置。此外,感测装置16可包含一个或多个相机,例如,一个或多个红外相机、一个或多个可见光谱相机、一个或多个高动态范围(HDR)相机等。作为附加或替代,感测装置16可包含一个或多个深度传感器以确定相应深度传感器16与

物体(例如,焊炬14、工件82、操作员等)之间的相对距离。感测装置16可定位在在训练系统10的焊接环境周围的各种位置中,因此使一些感测装置16能够在其它感测装置16被遮挡时监视焊接环境(例如,追踪物体的移动)。例如,与焊接头盔41集成的感测装置16(例如,相机、深度传感器)可在焊炬14因工件82或操作员而至少部分地对于其它感测装置16不可见时便于追踪焊炬14相对于工件82的位置、取向和/或移动。例如,设置于焊炬14上的便于追踪焊炬14的标记物可部分地对于第一感测装置16不可见,但可通过头盔41的另一感测装置16观察到。头盔41的其它感测装置16可独立于第一感测装置16。此外,与焊炬14集成的感测装置16(例如,加速度计)可在焊炬14因工件82或操作员而至少部分地对其它感测装置16(例如,相机,深度传感器)不可见时便于追踪焊炬14相对于工件82的位置、取向和/或移动。

[0087] 感测装置16通信地耦接到计算机18。感测装置16被配置成将数据(例如,图像数据、声学数据、感测数据、六自由度(6DOF)数据等)提供给计算机18。此外,感测装置16可被配置成从计算机18接收数据(例如,配置数据、设置数据、命令、寄存器设定等)。计算机18包含一个或更多个处理器20、存储器装置22和存储装置24。计算机18可包含(但不限于)台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、移动装置、可穿戴计算机或其任何组合。处理器20可用于执行软件,例如,焊接软件、图象处理软件、感测装置软件等。此外,处理器20可包含一个或更多个微处理器,例如,一个或更多个“通用”微处理器、一个或更多个专用微处理器和/或专用集成电路(ASIC)或其某一组合。例如,处理器20可包含一个或更多个精简指令集(RISC)处理器。

[0088] 存储装置24(例如,非易失性存储装置)可包含ROM、闪速存储器、硬盘驱动器或者任一其它适当光学、磁性或固态存储介质或其组合。存储装置24可存储数据(例如,对应于焊接操作的数据、对应于焊接操作的视频和/或参数数据、对应于操作员的身份和/或登记号的数据、对应于过往操作员表现的数据等)、指令(例如,用于焊接系统、感测装置16的软件或固件等)以及任何其它适当数据。如应了解的是,对应于焊接操作的数据可包含焊接操作的视频记录、模拟视频、焊炬14的取向、焊炬14的位置、工作角度、行进角度、焊炬14的接触末端与工件之间的距离、行进速度、朝向、电压、电流、横越路径、不连续性分析、焊接装置设定等。

[0089] 存储器装置22可包含易失性存储器(例如,随机存取存储器(RAM))和/或非易失性存储器(例如,只读存储器(ROM))。存储器装置22可存储各种信息,并可用于各种目的。例如,存储器装置22可存储供处理器20执行的处理器可执行指令(例如,固件或软件),例如,用于焊接训练模拟、用于感测装置16和/或用于操作员识别系统43的指令。此外,用于各种焊接工艺的各种控制机制与相关联的设定和参数可连同代码一起存储在存储装置24和/或存储器装置22中,其中所述代码被配置成在操作期间提供具体输出(例如,起始送丝、允许气体流动、捕获焊接电流数据、检测短路参数、确定飞溅物的量等)。焊接电力供应器28可用于将焊接电力提供给实况电弧焊接操作,并且送丝机30可用于将焊丝提供给实况电弧焊接操作。

[0090] 焊接系统10包含显示与焊接相关联的数据和/或屏幕的显示器32(例如,显示对应于焊接软件的数据)。例如,显示器32可将图形用户界面提供给焊接操作员(例如,焊接教员、焊接学员)。图形用户界面可提供各种屏幕以使焊接教员能够组织班级、将作业提供给班级、分析班级所执行的作业、将作业提供给个人、分析个人所执行的作业、添加、改变和/

或删除焊接作业的参数,等等。此外,图形用户界面可提供各种屏幕以使焊接操作员(例如,焊接学员)能够执行焊接作业,查看先前焊接作业的结果,等等。在某些实施例中,显示器32可以是触摸屏显示器,其中所述触摸屏显示器被配置成接收触摸输入并将对应于触摸输入的数据提供给计算机18。

[0091] 外部显示器34耦接到计算机18以使远离焊接系统10的个人能够查看对应于焊接系统10的数据。此外,网络装置36耦接到计算机18以使计算机18能够与连接到因特网或另一网络38的其它装置通信(例如,将测试结果提供给另一装置和/或从另一装置接收测试结果)。例如,网络装置36可使计算机18能够与外部焊接系统40、生产焊接系统42、远程计算机44和/或数据存储系统(例如,云存储系统)318通信。如可了解的是,本文所述的焊接系统10可用于以节约成本的方式训练焊接学员。在一些实施例中,一个或更多个焊接系统10可包含头盔41,其中头盔41可包含显示器32以及一个或更多个感测装置16,例如,光学或声学感测装置。如下文更详细地描述,头盔41通信地耦接到计算机18,并且头盔41可便于焊接训练和/或焊接监视而无需训练支架12。在一些实施例中,与头盔41集成的一个或更多个感测装置16可便于焊接训练和/或焊接监视而无需处于头盔41的外部的独立感测装置16。此外,焊接系统10被配置成以为焊接学员预备高质量生产焊接的方式将真实焊接与模拟焊接结合到一起。

[0092] 操作员识别系统43耦接到计算机18以使利用焊接系统10的操作员能够被识别。操作员识别系统43利用一种或更多种类型的操作员信息(例如,识别符)来识别操作员。操作员信息可包含(但不限于)可重置识别符45(例如,密码、运动序列、操作员执行的动作)、生物特征识别符47(例如,视网膜扫描、指纹、掌纹、面部轮廓、语音轮廓、操作员天生的特点)、至少部分基于生物特征识别符47的信息、标志49(例如,密钥、密钥卡、射频识别(RFID)标签、通行证、条码、物理识别符)或其任何组合。作为附加或替代,教员或管理员可将输入提供给操作员识别系统43以验证操作员的身份,由此针对焊接会话(例如,焊接作业)和相关联的焊接数据向操作员授权。也就是说,操作员的识别可涉及一个或更多个步骤,例如,经由从操作员接收的信息而进行的操作员识别以及经由从操作员的教员和/或管理员接收的信息而进行的操作员验证。在一些实施例中,操作员识别系统43可利用一个或更多个感测装置16以便于操作员识别。例如,焊接系统10的相机或麦克风可接收生物特征识别符47。此外,操作员识别系统43可具有被配置成接收一种或更多种类型的操作员识别信息的输入装置51(例如,小键盘、触摸屏、视网膜扫描仪、指纹传感器、相机、麦克风、条码扫描仪、无线电收发器等)。

[0093] 操作员识别系统43可在执行焊接工艺(例如,实况工艺、训练工艺、模拟工艺、虚拟现实工艺)之前或在执行焊接工艺之后识别操作员。在一些实施例中,操作员识别系统43可基于输入装置51处所接收的一个或更多个识别符而使操作员能够或不能够利用焊接系统10。例如,操作员识别系统43可使第一操作员(例如,学员)不能够利用焊接系统10,直到操作员识别系统43从第一操作员接收可识别第一操作员的第一输入为止。在一些实施例中,焊接系统10可使第一操作员能够执行与焊接系统10的焊接会话而无需第一操作员的身份的验证;然而,焊接系统10可仅在至少部分基于来自第二操作员(例如,教员、管理员)的第二输入而验证第一操作员的身份之后存储和/或传输与此焊接会话相关联的焊接数据。也就是说,操作员识别系统43可禁止与焊接会话相关联的焊接数据的存储或传输,直到执行

焊接会话的第一操作员的身份被第二操作员验证为止。此外,焊接系统10的一些实施例可使第一操作员不能够利用焊接系统,直到从第二操作员接收到验证第一操作员的身份的第二输入为止,其中第一操作员的身份是基于来自第一操作员的第一输入来初步确定的。在一些实施例中,操作员识别系统43可例如经由焊接工艺期间对操作员的特性进行识别而在焊接工艺期间识别操作员。例如,第一操作员可以不同于第二操作员的方式握持焊炬,并且耦接到操作员识别系统43的感测装置16(例如,相机)可便于区别第一操作员与第二操作员。作为附加或替代,操作员识别系统43可包含焊炬14或头盔41上的传感器(例如,指纹扫描仪、相机、麦克风)。在一些实施例中,教员和/或管理员可在焊接工艺的完成之后确认是所识别的操作员执行了焊接工艺。

[0094] 操作员识别系统43可与计算机18通信以利用所接收的识别信息来确定操作员的身份。在一些实施例中,计算机18可与网络38和/或远程计算机44通信以确定操作员的身份。计算机18可在识别操作员之后控制显示器32以显示与操作员相关联的信息中的至少一些。例如,显示器32可呈现姓名、照片、登记号、经验水平或其任何组合。在一些实施例中,操作员识别系统43可与一个或更多个焊接系统10一起利用。

[0095] 计算机18可在相应焊接会话由操作员执行期间和/或之后接收对应于焊接会话(例如,焊接作业)的焊接数据(例如,焊接参数、电弧参数)。计算机18可从网络38、一个或更多个感测装置16、焊炬14、焊接电力供应器28、送丝机30或头盔41或其任何组合接收焊接数据。作为附加或替代,计算机18可例如经由操作员特有的登记号、操作员的姓名和/或操作员的照片而将所接收的焊接数据与操作员的身份相关联。此外,计算机18可将相关联的焊接数据和操作员的身份(例如,登记号)传输到焊接系统10内的数据存储系统或经由网络38传输到位于远处的数据存储系统。焊接数据与操作员的身份的关联(例如,经由登记号)远不止能够从操作员收集无关联的焊接数据。即,焊接数据与操作员特有的登记号的关联使靠近或远离操作员的某人(例如,操作员、教员、管理员)能够经由登记号长时间地追踪操作员的表演、进步和技术。

[0096] 图2是图1的焊接系统10的一些部分的实施例的框图。如图示,电力分配组件46将电力提供给焊炬14和计算机18。此外,焊炬14包含控制电路52,其中控制电路52被配置成控制焊炬14的操作。在所图示的实施例中,控制电路52包含一个或更多个处理器54、存储器装置56和存储装置58。在其它实施例中,控制电路52可不包含处理器54、存储器装置56和/或存储装置58。处理器54可用于执行软件,例如,焊炬软件。此外,处理器54可类似于先前所述的处理器20。此外,存储器装置56可类似于存储器装置22,并且存储装置58可类似于存储装置24。

[0097] 焊炬14包含用户接口60以使焊接操作员(例如,焊接学员、焊接教员等)能够与焊炬14交互和/或将输入提供给焊炬14。例如,用户接口60可包含按钮、开关、触摸屏、触摸板、扫描仪等。由焊接操作员提供给焊炬14的输入可被提供给计算机18。例如,提供给焊炬14的输入可用于控制正由计算机18执行的焊接软件。因此,焊接操作员可使用焊炬14上的用户接口60以导航焊接软件屏幕、设置过程、数据分析、焊接课程,在焊接软件内进行选择,配置焊接软件,等等。因此,焊接操作员可使用焊炬14来控制焊接软件(例如,焊接操作员不需要放下焊炬14来使用不同输入装置)。焊炬14还包含视觉指示器61,例如,显示器62和LED 64。视觉指示器61可被配置成指示或显示对应于焊接、焊接训练和/或焊接软件的数据和/或图

像。例如,视觉指示器61可被配置成指示焊炬取向、焊炬行进速度、焊炬位置、接触末端到工件距离、焊炬14的朝向、焊接操作员的训练信息等。此外,视觉指示器61可被配置成在焊接之前、在焊接期间和/或在焊接之后提供视觉指示。在某些实施例中,LED 64可发光以便于其被感测装置16检测。在这些实施例中,LED 64可被定位成使感测装置16能够基于LED 64的空间位置来确定焊炬14的位置和/或取向。每个LED 64可以可见、红外或紫外光谱或其组合发射光。

[0098] 如可了解的是,图71图示焊炬14的朝向的实施例。在焊丝电极174沿着焊炬14的轴线53延伸的情况下,从焊丝电极沿着轴线53延伸的投影线55在交点57处与工件82相交。如本文所利用,术语“朝向”可被定义为交点57与工件82的接头67的中心63之间沿着工件82的最短距离59。

[0099] 返回到图2,在某些实施例中,焊炬14包含电力转换电路66,其中电力转换电路66被配置成从电力分配组件46、计算机18或另一装置接收电力,并转换所接收的电力以对焊炬14供电。在某些实施例中,焊炬14可接收已转换的电力和/或不利用电力转换。此外,在一些实施例中,焊炬14可由电池或任何适当供电机构供电。焊炬14还包含通信接口68(例如,RS-232驱动器)以便于焊炬14和计算机18之间的通信。因此,提供给焊炬14的输入可被提供给计算机18。

[0100] 焊炬14包含扳机70,其中扳机70被配置成在断开位置(如图示)与闭合位置之间机械地致动扳机开关72。扳机70提供导线71以将指示扳机开关72处于断开位置还是闭合位置的信号携带到控制电路52。送丝机30、焊接电力供应器28和/或计算机18可确定是否存在跨越第一扳机导线74和第二扳机导线76贯穿焊炬14的连通性。扳机开关72电耦接在第一扳机导线74与第二扳机导线76之间。跨越第一扳机导线74和第二扳机导线76的连通性可以通过以下方式来确定:跨越导线74和76而施加电压,跨越导线74和76而施加电流,跨越导线74和76而测量电阻,等等。在某些实施例中,第一扳机导线74的一些部分和/或第二扳机导线76的一些部分可设置在焊炬14的连接器的内。此外,在某些实施例中,开关和/或导线在焊炬14内的布置可不同于图2所图示的情形。

[0101] 焊接电力供应器28可基于是否存在跨越导线74和76的连通性而确定是否允许焊接电力流经焊炬14。例如,当存在跨越导线74和76的连通性时,焊接电力供应器28可允许焊接电力流经焊炬14,并且当存在跨越导线74和76的开路时,焊接电力供应器28可阻断焊接电力流经焊炬14。此外,当存在跨越导线74和76的连通性时,送丝机30可将焊丝提供给焊炬14,并且当存在跨越导线74和76的开路时,送丝机30可阻断将焊丝提供给焊炬14。此外,计算机18可使用跨越导线74和76的连通性和/或扳机70或扳机开关72的位置来开始和/或停止焊接操作、焊接模拟、数据记录等。

[0102] 在扳机开关72处于断开位置时,存在跨越导线74和76的开路,因此,扳机开关72的断开位置阻断导线74与76之间的电子流动。因此,焊接电力供应器28可阻断焊接电力流经焊炬14,并且送丝机30可阻断将焊丝提供给焊炬14。按压扳机70将扳机开关72引导到闭合位置,只要扳机70被按压,扳机开关72就保持在闭合位置。在扳机开关72处于闭合位置时,在第一扳机导线74与电连接到扳机开关72与训练开关78的导线77之间存在连通性。

[0103] 训练开关78电耦接在第一扳机导线74与第二扳机导线76之间。此外,训练开关78由控制电路52电控制到断开位置或闭合位置。在某些实施例中,训练开关78可以是任何适

当电控开关,例如,晶体管、继电器等。控制电路52可将训练开关78选择性地控制到断开位置或闭合位置。例如,当焊接系统10的焊接软件在实况电弧模式中操作时,控制电路52可被配置成在扳机70被按压时,将训练开关78控制到闭合位置以实现实况焊接电弧。相比之下,当焊接系统10的焊接软件在实况电弧模式以外的任何模式(例如,模拟、虚拟现实、增强现实等)中操作时,控制电路52可被配置成将训练开关78控制到断开位置以阻断实况焊接电弧(通过阻断导线74与76之间的电子流动)。

[0104] 在某些实施例中,训练开关78可默认地处于断开位置,因此跨越导线74和76而建立开路。如可了解的是,当训练开关78处于断开位置中时,不管扳机开关72的位置如何,将存在跨越导线74和76的开路(例如,导线74和76之间的电子流动被训练开关78的断开位置阻断)。然而,当训练开关78被控制到闭合位置并且扳机开关72处于闭合位置中时,在导线74和76之间建立传导性(例如,实现导线74和76之间的电子流动)。因此,仅当训练开关78处于闭合位置中并且扳机开关72处于闭合位置中时,焊接电力供应器28可允许焊接电力流经焊炬14。例如,焊接电力可从焊接电力供应器28流经焊接电缆80、焊炬14、工件82并经由工作电缆84而返回到焊接电力供应器28(例如,电极-负接或正极性)。相反,焊接电力可从焊接电力供应器28流经工作电缆84、工件82、焊炬14并经由焊接电缆80而返回到焊接电力供应器28(例如,电极-正接或反极性)。

[0105] 如可了解的是,训练开关78可在物理上位于焊接系统10的任何适当部分中,例如,位于计算机18等中。此外,在某些实施例中,训练开关78的功能可由焊接系统10中的任何适当硬件和/或软件替换。

[0106] 图2A是图1的焊炬14的电路的实施例的示意图。在所图示的实施例中,扳机开关72将电力供应导线(例如,电压源等)选择性地连接到导线71。因此,当扳机开关72断开时,没有电压被施加到导线71,并且扳机开关72闭合时,来自电力供应导线的电压被供应到导线71。扳机启用信号(例如,TRIGGER_EN)可由控制电路52提供以选择性地控制训练开关78,并且因此控制送丝机启用开关85。例如,当扳机启用信号将训练开关78控制到断开位置时,没有电压被施加到送丝机启用开关85(例如,经由FEEDER_EN连接),因此将送丝机启用开关85维持在断开位置中。相反,当扳机启用信号将训练开关78控制到闭合位置时,电压被施加到送丝机启用开关85,因此将送丝机启用开关85控制到闭合位置。在送丝机启用开关85处于闭合位置时,在导线74和76之间建立传导性。虽然提供了焊炬14电路的一个实例,但任何适当电路可用在焊炬14内。控制电路52的微处理器可使扳机启用信号以预定间隔脉冲地发出以将扳机启用信号正适当地工作的指示提供给控制电路52的检测电路。如果检测电路没有检测到扳机启用信号,那么可以不启用扳机。

[0107] 图3是图1和图2的焊炬14的实施例的立体图。如图示,用户接口60包含多个按钮86,其中按钮86可用于将输入提供给焊炬14。例如,按钮86可使焊接操作员能够遍阅焊接软件。此外,焊炬14包含显示器62,其中显示器62可展示对应于焊接软件的焊接操作员数据、对应于焊接操作的数据等。如图示,LED 64可定位在焊炬14上的各种位置处。因此,LED 64可发光以便于由感测装置16检测。如下文更详细地论述,一组或更多组LED 64可布置在焊炬14上以便于由感测装置16检测,而不管焊炬在焊接环境中的位置如何。例如,一组或更多组LED 64可布置在焊炬14周围,并且取向(例如,居中)在使感测装置16能够检测焊炬14在平焊位置、水平焊位置、垂直焊位置和仰焊位置中的位置和取向的方向上。此外,一组或更

多组LED 64可使感测装置16能够实质上连续地检测焊炬14在起始焊接工艺之前在焊接环境中的各种焊接位置之间的移动、焊炬在焊接工艺期间的移动以及焊炬在完成焊接工艺之后的移动或其任何组合。在一些实施例中,扫描装置65(例如,指纹扫描仪)可布置在焊炬14上。扫描装置65可以是操作员识别系统43的一部分。操作员可利用扫描装置65以将识别信息提供给焊接系统10的操作员识别系统43。例如,操作员可在执行焊接工艺之前和/或之后扫描手指以便于验证是所识别的操作员执行了焊接工艺。在一些实施例中,操作员可在起始或结束焊接工艺的相对短暂的窗口(例如,约3秒、5秒、10秒或15秒)内利用扫描装置65以验证操作员的身份。也就是说,如果在操作员的身份的验证之后的短暂窗口内未起始焊接工艺,那么焊接系统10和/或焊炬14可使操作员不能够起始或结束焊接工艺。因此,操作员识别系统43可用于减少或消除如下情形:第二操作员所进行的给定焊接工艺的表现和来自给定焊接工艺的相关联的焊接数据被错误地归属于未执行给定焊接工艺的第一操作员。

[0108] 图4是图1的支架12的实施例的立体图。支架12包含焊接表面88,其中实况焊接(例如,真实焊接、实际焊接)和/或模拟焊接可以在焊接表面88上执行。支腿90将为焊接表面88提供支撑。在某些实施例中,焊接表面88可包含狭槽91以辅助焊接操作员将工件82定位和取向。在某些实施例中,工件82的位置和取向可被提供给焊接系统10的焊接软件以校准焊接系统10。例如,焊接操作员可将指示提供给焊接软件,所述指示识别工件82与焊接表面88的哪一个狭槽91对准。此外,预定义的焊接作业可引导焊接操作员将工件82与特定狭槽91对准。在某些实施例中,工件82可包含延伸部92,其中延伸部92被配置成延伸到一个或多个狭槽91内以将工件82与一个或多个狭槽91对准。如可了解的是,狭槽91中的每一个可定位在与焊接软件中所定义的相应位置对应的位置处。

[0109] 焊接表面88包含第一孔93和第二孔94。第一孔93和第二孔94可一起用于确定焊接表面88的位置和/或取向。如可了解的是,在某些实施例中,至少三个孔可用于确定焊接表面88的位置和/或取向。在一些实施例中,三个以上的孔可用于确定焊接表面88的位置和/或取向。第一孔93和第二孔94可定位在焊接表面88上的任何适当位置处,并且可以是任何适当大小。在某些实施例中,焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向可以使用第一孔93和第二孔94来校准。例如,如下文更详细地描述,被配置成由感测装置16感测的校准装置可被插入到第一孔93中,或与第一孔93触碰。当校准装置插入到第一孔93中或触碰第一孔93时,被提供给焊接软件(或另一校准软件)的用户输入可指示校准装置被插入到第一孔93中。因此,焊接软件可建立在第一时间从感测装置16接收的第一数据组(例如,校准数据)(例如,位置和/或取向数据)与第一孔93的位置之间的相关性。校准装置可接着被插入到第二孔94中或与第二孔94触碰。当校准装置插入到第二孔94中或触碰第二孔94时,被提供给焊接软件的用户输入可指示校准装置被插入到第二孔94中。因此,焊接软件可建立在第二时间从感测装置16接收的第二数据组(例如,校准数据)与第二孔94的位置之间的相关性。因此,焊接软件可能使用在第一时间接收的第一数据组以及在第二时间接收的第二数据组而校准焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向。

[0110] 焊接表面88还包含第一标记物95和第二标记物96。第一标记物95和第二标记物96可一起用于确定焊接表面88的位置和/或取向。如可了解的是,在某些实施例中,至少三个标记物可用于确定焊接表面88的位置和/或取向。在一些实施例中,三个以上的标记物可用于确定焊接表面88的位置和/或取向。第一标记物95和第二标记物96可由任何适当材料形

成。此外,在某些实施例中,第一标记物95和第二标记物96可构建到焊接表面88中,而在其它实施例中,第一标记物95和第二标记物96可附接到焊接表面88。例如,第一标记物95和第二标记物96可使用粘合剂而附接到焊接表面88,和/或第一标记物95和第二标记物96可以是贴纸(例如,胶带)。第一标记物95和第二标记物96可具有任何适当形状、大小和/或颜色。此外,在某些实施例中,第一标记物95和第二标记物96可以是由反射性材料形成的反射体(例如,回射体)。第一标记物95和第二标记物96可由焊接系统10使用,以校准焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向而无需独立校准装置。因此,第一标记物95和第二标记物96被配置成由感测装置16检测。在某些实施例中,第一标记物95和第二标记物96可定位在焊接表面88上的预定位置处。此外,焊接软件可被编程为使用预定位置来确定焊接表面88的位置和/或取向。在其它实施例中,第一标记物95和第二标记物96的位置可在校准期间被提供给焊接软件。在第一标记物95和第二标记物96处于焊接表面88上的情况下,感测装置16可感测第一标记物95和第二标记物96相对于感测装置16的位置和/或取向。结合第一标记物95和第二标记物96在焊接表面88上的位置使用此感测数据,焊接软件可能够校准焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向。在一些实施例中,焊接表面88可以是可移除的和/或正反两用的。在这些实施例中,例如如果焊接表面88变得磨损,那么焊接表面88可被翻转。

[0111] 在所图示的实施例中,工件82包含第一标记物98和第二标记物99。第一标记物98和第二标记物99可一起用于确定工件82的位置和/或取向。如可了解的是,至少两个标记物用于确定工件82的位置和/或取向。在某些实施例中,两个以上的标记物可用于确定工件82的位置和/或取向。第一标记物98和第二标记物99可由任何适当材料形成。此外,在某些实施例中,第一标记物98和第二标记物99可构建到工件82中,而在其它实施例中,第一标记物98和第二标记物99可附接到工件82。例如,第一标记物98和第二标记物99可使用粘合剂而附接到工件82,和/或第一标记物98和第二标记物99可以是贴纸。作为另一实例,第一标记物98和第二标记物99可被夹紧或夹持到工件82上。第一标记物98和第二标记物99可具有任何适当形状、大小和/或颜色。此外,在某些实施例中,第一标记物98和第二标记物99可以是由反射性材料形成的反射体(例如,回射体)。第一标记物98和第二标记物99可由焊接系统10使用,以校准工件82相对于感测装置16的位置和/或取向而无需独立校准装置。因此,第一标记物98和第二标记物99被配置成由感测装置16检测。在某些实施例中,第一标记物98和第二标记物99可定位在工件82上的预定位置处。此外,焊接软件可被编程为使用预定位置来确定工件82的位置和/或取向。在其它实施例中,第一标记物98和第二标记物99的位置可在校准期间被提供给焊接软件。在第一标记物98和第二标记物99处于工件82上的情况下,感测装置16可感测第一标记物98和第二标记物99相对于感测装置16的位置和/或取向。结合第一标记物98和第二标记物99在工件82上的位置使用此感测数据,焊接软件可能够校准工件82相对于感测装置16的位置和/或取向。虽然标记物95、96、98和99在本文中已被描述为由感测装置16检测,但在某些实施例中,标记物95、96、98和99可指示校准装置将被触碰以使用校准装置来校准的位置,如先前所描述。

[0112] 支架12包含第一臂100,其中第一臂100从焊接表面88垂直地延伸并被配置成对感测装置16和显示器32提供支撑。手柄101附接到第一臂100,并且可用于调整感测装置16相对于第一臂100的取向。例如,随着手柄101被调整,延伸穿过第一臂100的机械部件可调整

感测装置16的角度。显示器32包含盖102以保护显示器32免受可能在实况焊接操作期间出现的焊接发射物的影响。盖102可由任何适当材料制成,例如,透明材料、聚合物等。通过使用透明材料的盖,在盖102定位在显示器32之前时,焊接操作员可例如在焊接操作之前、期间和/或之后观察显示器32。感测装置16可包含相机104,其中相机104耦接到第一臂100以记录焊接操作。在某些实施例中,相机104可以是高动态范围(HDR)相机。此外,感测装置16可包含耦接到第一臂100的发射器105。发射器105可用于校准焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向。例如,发射器105可被配置成将可见图案发射到焊接表面88、工件82、焊炬14或操作员或其任何组合上。也就是说,发射器105所发射的图案对于相机104来说是可见的。发射器105可发射处于期望波长(例如,红外光谱、可见光谱或紫外光谱中的波长(例如,约1mm到120nm))下的可见图案。可见图案可展示到焊接表面88和/或工件82上。此外,可见图案可由感测装置16检测以校准焊接表面88相对于感测装置16的位置和/或取向。例如,基于可见图案的特定特征,对准和/或取向可由感测装置16和/或焊接软件确定。此外,发射器105所发射的可见图案可用于便于将工件82定位在焊接表面88上。如下文更详细地论述,可见图案可由感测装置16(例如,相机104)检测以确定工件82的形状(例如,管状、S形、I形、U形)、操作员或焊炬14在焊接之前的位置。在一些实施例中,可见图案可由感测装置16在焊接期间检测以检测工件82、操作员、焊炬14或其任何组合。

[0113] 在一些实施例中,支架12的一个或多个感测装置16可包含第二相机109,其中第二相机109耦接到第三臂107以按照与相机104类似的方式记录焊接操作。此外,耦接到第三臂107的第二发射器113可将可见图案发射到焊接表面88、工件82、焊炬14或操作员或其任何组合上。第二发射器113可发射处于期望波长(例如,红外光谱、可见光谱或紫外光谱中的波长)下的可见图案。从第二发射器113发射的可见图案可以是与发射器105所发射的可见图案大致上相同的波长或不同的波长。如可了解的是,第二相机109和第二发射器113可被定位成相对于工件82具有不同于相机104和发射器105的取向(例如,与之垂直,大于约5°、10°、20°、30°、45°、50°、60°、75°或80°或更大),因此在任一臂100、107的感测装置16从焊接环境的一部分的角度来看不可见的情形下,能够确定工件82的形状、操作员的位置或焊炬14的位置。在一些实施例中,感测装置16可包含在支架12上或在支架12外而布置在焊接环境周围各种点处的多组相机和发射器,以在一个或多个感测装置从焊接环境的角度来看不可见的情况下便于监视物体在焊接环境中的位置和移动。如下文更详细地论述,接收器(例如,相机104)和发射器105可与焊接头盔41集成,因此使训练系统10能够监视焊炬14和工件相对于焊接头盔41的位置和/或取向。

[0114] 支架12还包含第二臂106,其中第二臂106从焊接表面88垂直地延伸并被配置成对焊板108(例如,垂直焊板、水平焊板、仰焊板)提供支撑。第二臂106可以是可调整的,以便于在不同高度处进行仰焊。此外,第二臂106可按许多不同方式来制造以便于在不同高度处进行仰焊。焊板108使用安装组件110而耦接到第二臂106。安装组件110便于使焊板108旋转,如箭头111所图示。例如,焊板108可从如图示大体上在水平平面中延伸的状态(例如,进行仰焊)旋转至大体上在垂直平面中延伸的状态(例如,进行垂直焊)。焊板108包含焊接表面112。焊接表面112包含狭槽114,类似于焊接表面88上的狭槽91,狭槽114可辅助焊接操作员将工件82定位焊接表面112上。在某些实施例中,工件82的位置可被提供给焊接系统10的焊接软件以校准焊接系统10。例如,焊接操作员可将识别工件82与焊接表面112的哪一狭槽

114对准的指示提供给焊接软件。此外,预定义的焊接作业可引导焊接操作员将工件82与特定狭槽114对准。在某些实施例中,工件82可包含延伸部,其中所述延伸部被配置成延伸到一个或多个狭槽114内以将工件82与一个或多个狭槽114对准。如可了解的是,狭槽114中的每一个可定位在与焊接软件中所定义的相应位置对应的位置处。

[0115] 焊接表面112还包含第一标记物116和第二标记物118。第一标记物116和第二标记物118可一起用于确定焊接表面112的位置和/或取向。如可了解的是,至少两个标记物用于确定焊接表面112的位置和/或取向。在某些实施例中,两个以上的标记物可用于确定焊接表面112的位置和/或取向。第一标记物116和第二标记物118可由任何适当材料形成。此外,在某些实施例中,第一标记物116和第二标记物118可构建到焊接表面112(或焊板108的另一部分)中,而在其它实施例中,第一标记物116和第二标记物118可附接到焊接表面112(或焊板108的另一部分)。例如,第一标记物116和第二标记物118可使用粘合剂而附接到焊接表面112,和/或第一标记物116和第二标记物118可以是贴纸(例如,胶带)。作为另一实例,第一标记物116和第二标记物118可被夹紧或夹持到焊接表面112上。在一些实施例中,第一标记物116和第二标记物118可集成到固持夹中,所述固持夹被夹持到焊接试样上。第一标记物116和第二标记物118可具有任何适当形状、大小和/或颜色。此外,在某些实施例中,第一标记物116和第二标记物118可以是由反射性材料形成的反射体(例如,回射体)。

[0116] 第一标记物116和第二标记物118可由焊接系统10使用,以校准焊接表面112相对于感测装置16的位置和/或取向而无需独立校准装置。因此,第一标记物116和第二标记物118被配置成由感测装置16检测。在某些实施例中,第一标记物116和第二标记物118可定位在焊接表面112上的预定位置处。此外,焊接软件可被编程为使用预定位置来确定焊接表面112的位置和/或取向。在其它实施例中,第一标记物116和第二标记物118的位置可在校准期间被提供给焊接软件。在第一标记物116和第二标记物118处于焊接表面112上的情况下,感测装置16可感测第一标记物116和第二标记物118相对于感测装置16的位置和/或取向。结合第一标记物116和第二标记物118在焊接表面112上的位置使用此感测数据,焊接软件可能够校准焊接表面112相对于感测装置16的位置和/或取向。此外,感测装置16可在焊接期间感测和/或追踪第一标记物116和第二标记物118以将可能在焊接期间发生的焊板108的任何移动考虑在内。虽然标记物116和118在本文中已被描述为由感测装置16检测,但在某些实施例中,标记物116和118可指示校准装置将被触碰或插入以使用校准装置来校准的位置,如先前所描述。

[0117] 图5是校准装置120的实施例的立体图。在一些实施例中,校准装置120形如焊炬,并且可用于校准焊接表面88和112相对于感测装置16的位置和/或取向。在其它实施例中,校准装置120可用于校准焊接接头的位置和/或取向。校准装置120包含把手122和喷嘴124。喷嘴124包含尖端部126,其中尖端部126可用于触碰用于校准的位置和/或插入到用于校准的孔中。校准装置120还包含用户接口128,其中用户接口128使焊接操作员能够提供输入,所述输入对应于校准装置120触碰用于校准的位置和/或插入到用于校准的孔中的时间。此外,在某些实施例中,校准装置120包含标记物130,其中标记物130被配置成由感测装置16感测。如图示,标记物130从校准装置120延伸。如图示,在其它实施例中,标记物130可不从校准装置120延伸。标记物130可以是配置成由感测装置16(例如,相机)检测的任何适当标记物。此外,标记物130可以是任何适当大小、形状和/或颜色。

[0118] 在校准期间,感测装置16可感测校准装置120的位置和/或校准装置120的取向。校准装置120的位置和/或取向可由焊接软件使用,以确定焊接表面88和112中的一个或更多个相对于感测装置16的位置和/或取向、工件82相对于感测装置16的位置和/或取向、夹具相对于感测装置16的位置和/或取向等。因此,校准装置120可便于校准焊接系统10。在一些实施例中,托盘可定位在焊接表面88之下以存储校准装置120。此外,在某些实施例中,如果校准装置120能够由感测装置16追踪,那么可禁用实况焊接(例如,以阻断飞溅物接触校准装置120)。

[0119] 图6是夹具组件132的实施例的立体图。夹具组件132可定位在焊接表面88和/或焊接表面112上,并且可将工件82固定在上面。在某些实施例中,夹具组件132可被配置成与狭槽92和114中的一个或更多个对准。在其它实施例中,夹具组件132可布置在焊接表面88和/或焊接表面122上的任何位置处。夹具组件132还包含第一标记物134和第二标记物136。第一标记物134和第二标记物136可一起用于确定夹具组件132的位置和/或取向。如可了解的是,至少两个标记物用于确定夹具组件132的位置和/或取向。第一标记物134和第二标记物136可由任何适当材料形成。此外,在某些实施例中,第一标记物134和第二标记物136可构建到夹具组件132中,而在其它实施例中,第一标记物134和第二标记物136可附接到夹具组件132。例如,第一标记物134和第二标记物136可使用粘合剂而附接到夹具组件132,和/或第一标记物134和第二标记物136可以是贴纸(例如,胶带)。第一标记物134和第二标记物136可具有任何适当形状、大小和/或颜色。此外,在某些实施例中,第一标记物134和第二标记物136可以由反射性材料形成的反射体(例如,回射体)。第一标记物134和第二标记物136可由焊接系统10使用,以校准夹具组件132相对于感测装置16的位置和/或取向而无需独立校准装置。因此,第一标记物134和第二标记物136被配置成由感测装置16检测。在某些实施例中,第一标记物134和第二标记物136可定位在夹具组件132上的预定位置处。此外,焊接软件可被编程为使用预定位置来确定夹具组件132的位置和/或取向。在其它实施例中,第一标记物134和第二标记物136的位置可在校准期间被提供给焊接软件。在第一标记物134和第二标记物136处于夹具组件132上的情况下,感测装置16可感测第一标记物134和第二标记物136相对于感测装置16的位置和/或取向。结合第一标记物134和第二标记物136在夹具组件132上的位置使用此感测数据,焊接软件可能够校准夹具组件132相对于感测装置16的位置和/或取向。虽然第一标记物134和第二标记物136在本文中已被描述为由感测装置16检测,但在某些实施例中,第一标记物134和第二标记物136可指示校准装置将被触碰或插入以使用校准装置120来校准的位置,如先前所描述。

[0120] 在所图示的实施例中,夹具组件132被配置成将工件82的下部部分138固定到工件82的上部部分140以执行搭焊。在其它实施例中,夹具组件132可被配置成固定工件82的一部分以执行对焊、角焊等,以辅助焊接操作员执行焊接。夹具组件132包含从基底143延伸的垂直臂142。横杆144在垂直臂142之间延伸,并紧固到垂直臂142。调整机构146(例如,手柄)可被调整以将锁定装置148朝向工件82引导,而将工件82固定在锁定装置148与夹具组件132的基底143之间。相反,调整机构146可被调整以引导锁定装置148使其远离工件82,而从锁定装置148与基底143之间移除工件82。因此,工件82可选择性地固定到夹具组件132。

[0121] 图7是焊丝伸出校准工具150的立体图。工具150被配置成将从焊炬喷嘴延伸出的焊丝的长度校准为可选长度。因此,工具150包含第一把手152和第二把手154。工具150还包

含焊炬喷嘴固持器156,其中焊炬喷嘴固持器156附接到工具150的中央部分157并以所选择的距离从中央部分157向外延伸。在所图示的实施例中,焊炬喷嘴固持器156具有大体上圆柱形的主体158(例如,杯形);然而,在其它实施例中,焊炬喷嘴固持器156的主体158可具有任何适当形状。此外,焊炬喷嘴固持器156被配置成穿过喷嘴入口160而接纳焊炬喷嘴,以使得焊炬喷嘴延伸到主体158中。此外,焊炬喷嘴固持器156包含开口162,其中开口162被配置成使焊丝能够从焊炬喷嘴固持器156的端部延伸出,并阻断焊炬喷嘴延伸穿过开口162。随着焊炬喷嘴延伸到焊炬喷嘴固持器156中,焊丝从焊炬喷嘴固持器156的开口朝向工具150的刀片组件164延伸出。刀片组件164包含被配置成接触焊丝的一个或更多个侧部165和166。在某些实施例中,侧部165与166两者包含刀片以切割焊丝的相对两侧,而在其它实施例中,侧部165和166中的仅一个侧部包含刀片以切割焊丝的一侧并且另一侧部包含刀片所面对的表面。为了校准焊丝的长度,焊丝可延伸穿过开口162并延伸到刀片组件164中。通过第一把手152和第二把手154朝向彼此按压,焊丝可被切割成可选长度,因此校准从焊炬喷嘴延伸的焊丝的长度。校准长度可以使用调整机构167来选择,以调整刀片组件164与焊炬喷嘴固持器156的开口162之间的距离168。因此,使用工具150,可校准从焊炬喷嘴延伸的焊丝的长度。

[0122] 图8是图7的焊丝伸出校准工具150的俯视图。如图示,焊炬14可与工具150一起使用。具体来说,焊炬14的喷嘴170可在方向172上插入到焊炬喷嘴固持器156中。从焊炬14延伸的焊丝174被引导穿过喷嘴入口160、开口162和刀片组件164。因此,可一起按压第一把手152和第二把手154以将焊丝174切割至调整机构167所设定的距离168(例如,校准长度)。

[0123] 图9是用于校准焊丝从焊炬14的伸出的方法176的实施例。工具150可用于使用各种方法来校准从喷嘴170延伸的焊丝174的长度。在方法176中,焊丝伸出校准工具150的调整机构167可针对所选择的焊丝174长度被调整(方框178)。例如,焊炬喷嘴固持器156与工具150相距的距离168可被设定为约0.5cm到2.0cm之间、1.0cm到3.0cm之间等的范围。焊炬14可被插入到工具150的焊炬喷嘴固持器156中,以使得焊炬14的喷嘴170邻接焊炬喷嘴固持器156并且焊丝174延伸穿过焊炬喷嘴固持器156的开口162(方框180)。在某些实施例中,焊丝174可足够长而延伸穿过刀片组件164。然而,如果焊丝174不延伸穿过刀片组件164,那么焊接操作员可致动焊炬14的扳机70以送给焊丝174,以使得焊丝174延伸穿过刀片组件164(方框182)。因此,焊接操作员可按压工具150的把手152和154以切割延伸穿过刀片组件164的焊丝174,并因此校准焊丝174的长度(方框184)。

[0124] 图10是具有物理标记的焊接耗材186的实施例的立体图。焊接耗材186可以是任何适当焊接耗材,例如,焊条、焊棒或焊接电极。焊接耗材186包含物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204。物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可以是任何适当物理标记。例如,物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可包含条形码、图像、形状、颜色、文本、一组数据等。在某些实施例中,物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可以是激光蚀刻的。此外,在某些实施例中,物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可以是肉眼可见的(例如,在可见光谱内),而在其它实施例中,物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可以不是肉眼可见的(例如,不在可视光谱内)。

[0125] 物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204中的每一个指示焊接耗材186上相对于焊接耗材186的第一端206或第二端208的位置。例如,物理标记188可指示与第一

端206相距的距离、与第二端208相距的距离,或相对于焊接耗材186的某一其它位置。在某些实施例中,物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204可指示对应于第一端206和/或第二端208的编号。例如,物理标记188可指示编号“1”,以指示物理标记188是从第一端206开始的第一个物理标记,和/或物理标记188可指示编号“9”,以指示物理标记188是从第二端208开始的第九个物理标记。处理装置可基于物理标记所指示的编号使用查找表来确定与第一端206或第二端208相距的距离。

[0126] 可包含感测装置16的基于相机的检测系统或另一类型的系统被配置成在实况电弧焊接或焊接模拟期间检测物理标记188、190、192、194、196、198、200、202和204。此外,基于相机的检测系统被配置成基于所检测的物理标记来确定焊接耗材186的剩余长度、焊接耗材186的已消耗长度、焊接耗材186的使用速率、焊接耗材186的浸渍速率等。因此,对应于焊接耗材186的使用的数据可由焊接系统10追踪以用于训练和/或分析。

[0127] 图11是具有物理标记212、214、216和218的焊丝210的实施例的立体图。物理标记212、214、216和218可以是任何适当物理标记。例如,物理标记212、214、216和218可包含条形码、图像、形状、文本、一组数据等。在某些实施例中,物理标记212、214、216和218可以是激光蚀刻的。此外,在某些实施例中,物理标记212、214、216和218可以是肉眼可见的(例如,在可见光谱内),而在其它实施例中,物理标记212、214、216和218可不是肉眼可见的(例如,不在可视光谱内)。

[0128] 物理标记212、214、216和218中的每一个指示焊丝210上相对于焊丝210的第一端220或第二端222的位置。例如,物理标记212可指示与第一端220相距的距离、与第二端222相距的距离,或相对于焊丝210的某一其它位置。在某些实施例中,物理标记212、214、216和218可指示对应于第一端222和/或第二端222的编号。例如,物理标记212可指示编号“1”,以指示物理标记212是从第一端220开始的第一个物理标记,和/或物理标记212可指示编号“4”,以指示物理标记212是从第二端222开始的第四个物理标记。处理装置可基于物理标记所指示的编号使用查找表来确定与第一端220或第二端222相距的距离。

[0129] 可包含感测装置16的基于相机的检测系统或另一类型的系统被配置成在实况电弧焊接或焊接模拟期间检测物理标记212、214、216和218。此外,基于相机的检测系统被配置成基于所检测的物理标记来确定焊丝210的剩余长度、焊丝210的已消耗长度、焊丝210的使用速率、焊丝210的浸渍速率等。因此,对应于焊丝210的使用的数据可由焊接系统10追踪以用于训练和/或分析。

[0130] 图12是图4的支架12的垂直臂组件223的实施例的立体图。如图示,感测装置16接收到第一臂100。此外,感测装置16包含相机224和红外发射器226。然而,在其它实施例中,感测装置16可包含任何适当数量的相机、发射器和/或其它感测装置。枢转组件228耦接到第一臂100并耦接到感测装置16,并且使感测装置16的角度能够在感测装置16如箭头229所图示而旋转时被调整。如可了解的是,调整感测装置16相对于第一臂100的角度会改变感测装置16的视野(例如,以改变焊接表面88和/或焊接表面112由感测装置16感测的部分)。在一些实施例中,感测装置16被布置成在焊接工艺的完成之前和/或之后观察操作员的至少一部分(例如,手、面部)。感测装置16(例如,相机)对操作员的观察可便于操作员识别和验证是所识别的操作员执行了所观察的焊接工艺。

[0131] 绳索230在手柄101与感测装置16之间延伸。绳索230穿过滑轮232以便于使感测装

置16旋转。因此,焊接操作员可旋转手柄101以手动地调整感测装置16的角度。如可了解的是,绳索230和滑轮232的组合是用于旋转感测装置16的系统的一个实例。应注意,任何合适的系统可便于使感测装置16旋转。虽然图示了手柄101的一个实施例,但应了解,任何适当手柄可用于调整感测装置16的角度。此外,感测装置16的角度可使用耦接到绳索230的电动机234进行调整。因此,焊接操作员可操作电动机234以调整感测装置16的角度。此外,在某些实施例中,控制电路可耦接到电动机234并可基于对感测装置16的期望视野和/或基于感测装置16的视野内的物体的追踪来控制感测装置16的角度。

[0132] 图13是仰焊臂组件235的实施例的立体图。仰焊臂组件235图示使第二臂106能够具有可调整高度的制造设计的一个实施例。因此,如可了解的是,第二臂106可按照多种方式制造成具有可调整的高度。如图示,仰焊组件235包含用于如箭头238所图示垂直地升高和/或降低第二臂106的把手236。仰焊臂组件235包含锁定装置240以将第二臂106锁定在期望高度。例如,锁定装置240可包含按钮,其中所述按钮被按压以解开配置成延伸到开口242中的锁舌,因此将第二臂106解锁以使其不固定到侧轨243。在第二臂106从侧轨243解锁的情况下,把手236可垂直地调整到期望高度,因此将板112调整到期望高度。如可了解的是,释放按钮可导致锁舌延伸到开口242中并且将第二臂106锁定到侧轨243。如可了解的是,锁定装置240可如所述般手动地操作,和/或锁定装置240可由控制系统控制(例如,自动地控制)。此外,第二臂106可以使用控制系统来垂直地升高和/或降低。例如,在某些实施例中,焊接软件可控制第二臂106自动地移动到期望位置。因此,板112可调整到期望高度以进行仰焊。

[0133] 图14是具有多种模式的焊接系统10的焊接软件244(例如,焊接训练软件)的实施例的框图。如图示,焊接软件244可包含以下各者中的一种或更多种:实况电弧模式246,被配置成使用实况(例如,实际)焊接电弧而实现训练;模拟模式248,被配置成使用焊接模拟而实现训练;虚拟现实(VR)模式250,被配置成使用VR模拟而实现训练;和/或增强现实模式252,被配置成使用增强现实模拟而实现训练。

[0134] 焊接软件244可从音频输入254接收信号。音频输入254可被配置成使焊接操作员能够使用可听见的命令来操作焊接软件244(例如,语音激活)。此外,焊接软件244可被配置成提供音频输出256和/或视频输出258。例如,焊接软件244可使用音频输出256将可听见的信息提供给焊接操作员。此可听见的信息可包含用于配置(例如,设置)焊接系统10的指令、在焊接操作期间提供给焊接操作员的实时反馈、在执行焊接操作之前对焊接操作员的指令、在执行焊接操作之后对焊接操作员的指令、警告等。

[0135] 图15是焊接软件244的VR模式250的实施例的框图。VR模式250被配置成向焊接操作员提供VR模拟260。VR模拟260可通过VR耳机、VR眼镜、VR显示器或任何适当VR装置而显示给焊接操作员。在一些实施例中,焊接系统10的头盔41的显示器32可便于VR模拟260。VR模拟260可被配置成包含各种虚拟物体,例如,图15所图示的物体,其中所述虚拟物体实现焊接操作员与VR模拟260内的各种虚拟物体中的所选择的虚拟物体之间的互动。例如,虚拟物体可包含虚拟工件262、虚拟焊接支架264、虚拟焊炬266、虚拟焊丝切割器268、虚拟软件配置270、虚拟训练数据结果272和/或虚拟手套274。

[0136] 在某些实施例中,焊接操作员可与虚拟物体互动而无需触碰实物。例如,感测装置16可检测焊接操作员的移动,并且可基于焊接操作员在现实世界中的移动而导致在VR模拟

260中发生的类似移动。在其它实施例中,焊接操作员可使用手套或焊炬14与虚拟物体互动。例如,手套或焊炬14可由感测装置16检测,和/或手套或焊炬14可对应于VR模拟260中的虚拟物体。此外,焊接操作员可能够使用虚拟软件配置270和/或虚拟训练数据结果272在VR模拟260内运行焊接软件244。例如,焊接操作员可使用他们的手、手套或焊炬14在焊接软件244内选择VR模拟260内虚拟地显示的项目。此外,焊接操作员可执行其它动作,例如,拿起焊丝切割器和切割从虚拟焊炬266延伸的虚拟焊丝,所有这些动作都是在VR模拟260内作出的。

[0137] 图16是用于整合训练结果数据、非训练结果数据、模拟结果数据等的方法276的实施例。方法276包含:计算机18的焊接软件244从存储装置(例如,存储装置24)接收第一组焊接数据(方框278)。第一组焊接数据可包含对应于第一焊接会话(例如,焊接作业)的焊接数据。方法276还包含:焊接软件244从存储装置接收第二组焊接数据(方框280)。在某些实施例中,第一组焊接数据和/或第二组焊接数据可以从网络存储装置接收。网络存储装置可被配置成从焊接系统10和/或外部焊接系统40接收焊接数据和/或将焊接数据提供给焊接系统10和/或外部焊接系统40。焊接软件244可将第一组焊接数据和第二组焊接数据整合成图表以实现第一组焊接数据与第二组焊接数据的视觉比较(方框282)。如可了解的是,图表可以是柱状图、饼形图、线形图、直方图等。在某些实施例中,将第一组焊接数据与第二组焊接数据整合包含筛选第一组焊接数据和第二组焊接数据以显示第一组焊接数据的子集和第二组焊接数据的子集。焊接软件244可将图表提供给显示装置(例如,显示器32)(方框284)。在某些实施例中,将图表提供给显示装置包含:在图表上提供可选元素,其中当所述可选元素在被选择时,显示与可选元素中的相应所选择的元素对应的数据(例如,从图表选择焊丝速度可改变屏幕以显示用于具体焊接会话(例如,焊接作业)的焊丝速度历史)。

[0138] 第一组焊接数据和/或第二组焊接数据可包含焊炬取向、焊炬行进速度、焊炬位置、接触末端到工件距离、焊炬的朝向、焊接得分、焊接级别等。此外,第一组焊接数据和第二组焊接数据可对应于由一个焊接操作员和/或由焊接操作员的班级执行的训练。此外,第一焊接会话(例如,焊接作业)和第二焊接会话(例如,焊接作业)可对应于由一个焊接操作员和/或由焊接操作员的班级执行的训练。在某些实施例中,第一焊接作业可对应于由第一焊接操作员执行的训练,并且第二焊接作业可对应于由第二焊接操作员执行的训练。此外,第一作业和第二作业可对应于相同焊接情形。作为附加或替代,第一组焊接数据和第二组焊接数据可对应于在训练环境(例如,生产现场)外的一个焊接操作员和/或焊接操作员的班级执行的焊接会话(例如,焊接作业)。

[0139] 图17是图示焊接操作员的多组焊接数据的图表285的实施例。图表285可由焊接软件244产生,并且可被提供给显示器32以由焊接教员使用以回顾由焊接学员执行的焊接操作,和/或可提供给显示器32以由焊接学员使用以回顾由此焊接学员执行的焊接操作。图表285图示由焊接操作员执行的第一组焊接作业的不同会话(例如,作业)之间的柱状图比较。第一组焊接会话(例如,焊接作业)包含会话(例如,作业)286、288、290、292和294。图表285还图示由焊接操作员执行的第二组焊接会话(例如,焊接作业)的不同作业之间的柱状图比较。第二组焊接会话(例如,焊接作业)包含会话(例如,作业)296、298、300、302和304。因此,焊接会话(例如,焊接作业)可相互比较以实现分析、指示、认证和/或训练目的。如图示,焊接会话(例如,焊接作业)可使用任何数量的标准(例如,总分、工作角度、行进角度、行进速

度、接触到工件的距离、朝向、模式(例如,实况电弧模式、模拟模式等)、完成状态(例如,完成、未完成、部分完成等)、接合类型(例如,角焊、对焊、T型焊、搭焊等)、焊接位置(例如,平焊、垂焊、仰焊等)、所使用的金属的类型、填料金属的类型等)中的一种来相互比较。

[0140] 焊接软件244可将操作员与焊接会话(例如,实况电话焊接作业、模拟焊接作业等)期间所获取的焊接数据(例如,电弧参数、焊接参数)相关联。例如,焊接软件244可通过操作员姓名291、操作员登记号293、操作员照片295等来识别焊接操作员。例如,上文关于图1所论述的操作员识别系统43可用于确定操作员登记号293。也就是说,每一操作员登记号293可对应于操作员姓名291和一组识别信息(例如,可重置信息45、生物特征信息47、标志49)。在一些实施例中,登记号293可在与该登记号293相关联的一段时间(例如,1年、3年、5年、10年或更多年)的不活动之后被重置或重新分派给另一操作员。登记号293对于每一操作员来说可以是唯一的。在一些实施例中,登记号293可被操作员保留持续延长的一段时间(例如,整个职业生涯、一辈子),而不管与该登记号293相关联的活动程度如何。也就是说,登记号293可以是跨越一个焊接系统10或经由网络38而耦接的焊接系统10的网络与每一操作员相关联的永久识别符。与登记号293相关联的焊接数据可维持在本地或一个或多个数据存储系统(例如,耦接到焊接系统10的网络38的云存储系统或数据库)内。网络38的数据存储系统318(例如,云存储系统)可由制造商或另一方维护,因此使与某登记号293相关联的焊接数据能够保留,这无关于具有某登记号293的操作员的就业状态。例如,操作员登记号293和数据存储系统(例如,云存储系统)可便于保留来自训练期间、模拟期间、首次就业期间、二次就业期间、私人时间期间或其任何组合期间所执行的焊接工艺的、与操作员相关联的焊接数据。在一些实施例中,焊接系统10的计算机18的存储器22或存储装置24内针对特定焊接操作员(例如,操作员登记号293)所存储的焊接数据可选择性地或自动地与数据存储系统(例如,云存储系统)同步。

[0141] 焊接历史数据(例如,图表285的数据)与每一登记号293相关联。在一些实施例中,焊接历史数据由焊接系统10的焊接软件244自动地获取并存储在数据存储系统(例如,云存储系统)中。作为附加或替代,焊接历史数据可经由远程计算机44而直接加载到网络38的数据存储系统(例如,云存储系统)。焊接软件244可便于经由焊接历史控件297访问焊接历史数据。此外,焊接软件244可使操作员能够经由个人用户控件299而将个人信息与登记号293相关联。与登记号293相关联的操作员可输入操作员所隶属的一个或多个组织(例如,训练中心、学校、雇主、行业组织)、经验、各种焊接工艺和/或焊接位置的认证、简历或其任何组合。此外,登记号293可保持与操作员相关联,而不管其隶属组织、经验、认证或其任何组合如何改变。

[0142] 图18是图示焊工的焊接数据与一个班级的焊接数据相比的图表305的实施例。例如,图表305图示针对第一作业与班级的得分308(例如,平均值、中值或某一其它得分)相比的焊接操作员的得分306。此外,针对第二作业,将焊接操作员的得分310与班级的得分312(例如,平均值、中值或某一其它得分)比较。此外,针对第三作业,将操作员的得分314与班级的得分316(例如,平均值、中值或某一其它得分)比较。如可了解的是,来自一个或多个焊接操作员的得分可与整个班级的得分比较。此比较允许焊接教员评估个人焊接学员相比于焊接学员的班级的进展。此外,来自一个或多个焊接操作员的得分可与一个或多个其它焊接操作员的得分比较。在某些实施例中,来自一个班级的得分可与另一班级的得分

比较。此外,来自第一作业、第二作业和/或第三作业的得分可被选择以进行比较。

[0143] 图19是用于存储焊接数据327(例如,认证状态数据326)的数据存储系统318(例如,云存储系统)的实施例的框图。数据存储系统318可包含(但不限于)焊接系统10的计算机18、经由因特网或网络38而耦接到焊接系统10的远程计算机44(例如,服务器)或其任何组合。认证状态数据可随着焊接操作员在焊接系统10中完成各种作业而产生。例如,预定的一组作业可针对特定焊接装置和/或焊接工艺来认证焊接操作员。数据存储系统318(例如,云存储系统)包含控制电路320、一个或更多个存储器装置322以及一个或更多个存储装置324。控制电路320可包含一个或更多个处理器,其中所述处理器可类似于处理器20。此外,存储器装置322可类似于存储器装置22,并且存储装置324可类似于存储装置24。存储器装置322和/或存储装置324可被配置成存储与焊接操作员的焊接认证(例如,焊接训练认证)对应的认证状态数据326。

[0144] 认证状态数据326可包含焊接系统10所获取的与焊接操作员的登记号293相关联的任何数据(例如,与认证焊接操作员的作业相关的任何数据、训练焊接数据、模拟焊接数据、虚拟现实焊接数据、实况焊接数据)、与实际认证相关的任何数据(例如,已认证、未认证、合格、不合格等)、焊接操作员所执行的一次或更多次焊接的量、焊接操作员所执行的一次或更多次焊接的时戳、焊接操作员执行一次或更多次焊接的位置和/或设施、焊接操作员针对一次或更多次焊接而利用的焊接系统的部件、焊接操作员所隶属的组织、焊接操作员为哪一组织执行一次或更多次焊接、焊接操作员所执行的一次或更多次焊接的焊接参数数据、焊接操作员的质量等级、焊接操作员的质量水平、焊接操作员所执行的焊接的历史、焊接操作员所执行的生产焊接的历史、第一焊接工艺(例如,金属惰性气体(MIG)焊接工艺、钨极惰性气体(TIG)焊接工艺、焊条焊接工艺等)认证状态(例如,焊接操作员针对第一焊接工艺被认证,焊接操作员针对第一焊接工艺未被认证)、第二焊接工艺认证状态(例如,焊接操作员针对第二焊接工艺被认证,焊接操作员针对第二焊接工艺未被认证)、第一焊接装置(例如,送丝机、电力供应器、型号等)认证状态(例如,焊接操作员针对第一焊接装置被认证,焊接操作员针对第一焊接装置未被认证)和/或第二焊接装置认证状态(例如,焊接操作员针对第二焊接装置被认证,焊接操作员针对第二焊接装置未被认证)。

[0145] 控制电路320可被配置成接收对焊接操作员的第一焊接工艺认证状态、第二焊接工艺认证状态、第一焊接装置认证状态和/或第二焊接装置认证状态的请求。此外,控制电路320可被配置成提供对请求的响应。对请求的响应可包含焊接操作员的第一焊接工艺认证状态、第二焊接工艺认证状态、第一焊接装置认证状态和/或第二焊接装置认证状态。在某些实施例中,焊接操作员可至少部分地基于响应而被授权使用第一焊接工艺、第二焊接工艺、第一焊接装置和/或第二焊接装置。此外,在一些实施例中,焊接系统的第一焊接工艺、第二焊接工艺、第一焊接装置和/或第二焊接装置可至少部分地基于响应而被启用或停用。此外,在某些实施例中,焊接系统的第一焊接工艺、第二焊接工艺、第一焊接装置和/或第二焊接装置可被自动地启用或停用。因此,焊接操作员的认证数据可用于启用和/或停用此焊接操作员使用特定焊接系统、焊接装置和/或焊接工艺的能力。例如,焊接操作员可具有对第一焊接工艺的认证,但不具有对第二焊接工艺的认证。因此,在某些实施例中,焊接操作员可在焊接系统处验证他们的身份(例如,通过登录、通过利用操作员识别系统43、提供登记号293或某一其它形式的鉴别)。在验证了焊接操作员的身份之后,焊接系统可检查

焊接操作员的认证状态。焊接系统可基于焊接操作员的认证状态而使焊接操作员能够使用第一焊接工艺来执行操作,但可基于焊接操作员的认证状态而阻断焊接操作员执行第二焊接工艺。

[0146] 数据存储系统318(例如,云存储系统)的存储装置324可具有多个操作员的焊接数据327。数据存储系统318可以是数据库,其中所述数据库保留与登记号293相关联的焊接数据327,以在延长的持续时间(例如,整个职业生涯、一辈子)内甚至跨越一个或更多个组织而实现操作员的焊接历史的分析和追踪。如可了解的是,数据存储系统318(例如,云存储系统)可便于汇总认证状态数据326和/或焊接数据327,以识别使用趋势,预见供应或维护问题,等等。此外,将数据存储系统318耦接到因特网或其它网络38使教员或管理员能够远离操作员和相应焊接系统10地监视并分析焊接数据。

[0147] 图20是一个屏幕的实施例,其中所述屏幕图示对应于由登记号293在屏幕上识别的操作员进行的焊接的数据。在一些实施例中,由操作员执行并由焊接系统10监视的每一焊接会话(例如,焊接测试、作业)被分派唯一的序列号329。序列号329可与一个或更多个本地和/或远程数据存储系统(例如,耦接到焊接系统10的网络38的云存储系统或数据库)内的登记号293相关联。序列号329可用于将物理焊接样品与所捕获的焊接测试结果相关联。序列号329的格式可包含(但不限于)十进制数、十六进制数或字符串。此外,相同作业的序列号329对于每一操作员可以是不同的。在一些实施例中,至少一部分的序列号可至少部分地基于焊接系统10的具体部件。例如,以特定焊接系统完成的作业的序列号可具有与该焊接作业的特定电力供应器28、特定送丝机30和/或特定焊炬14的序列号对应的数字。在一些实施例中,序列号329被附加到工件82。例如,序列号329可附着到工件82、冲压、蚀刻、雕刻、压印或印刷在工件82上。在一些实施例中,序列号329被编码为附加到工件82的条形码。作为附加或替代,操作员可将序列号329写在工件82上。

[0148] 如下文所论述,搜索特征使教员能够键入序列号329以调用相关联的焊接会话(例如,焊接测试、作业)的测试结果,而教员不需要知晓用户(例如,登记号293)、作业或关于焊接的任何其它细节。因此,教员可审查对应于每一序列号329的数据,接着将反馈提供给相应操作员。对应于每一序列号329的数据可经由其上初始获取该数据的焊接系统10来本地审查,或经由耦接到数据存储于其中的数据存储系统318的另一焊接系统10或计算机18来远程审查。此外,检验员或技术员可审查工件82的序列号329以辅助所执行的焊接相对于焊接过程规范(WPS)的质量审查和/或确定与工件82相关联的维护计划。也就是说,序列号329可对于相应工件82终其一生地追踪工件82、焊接数据、电弧数据和操作员(例如,登记号293)。在一些实施例中,序列号329可存储在一个或更多个本地和/或远程数据存储系统(例如,耦接到焊接系统10的网络38的云存储系统或数据库)内。屏幕可由焊接软件244产生并可显示在显示器32上。屏幕图示可在执行焊接操作之前、期间和/或之后用图形显示给焊接操作员的参数。例如,所述参数可包含工作角度328、行进角度330、接触末端到工件的距离332、焊炬行进速度334、焊炬相对于工件的接头的朝向336、焊接电压337、焊接电流338、焊炬取向、焊炬位置等。

[0149] 如图示,用图形图示的参数可包含参数的当前值的指示339(例如,在执行焊接会话时)。此外,图形340可展示参数的值的历史,并且得分341可展示对应于焊接操作员在焊接会话期间处于可接受值的范围内的时间量的总百分比。在某些实施例中,焊接会话的视

频重播342可被提供在屏幕上。视频重播342可展示焊接操作员执行现实焊接的实况视频、焊接操作员执行模拟焊接的实况视频、焊接操作员执行虚拟现实焊接的实况视频、焊接操作员执行增强现实焊接的实况视频、焊接电弧的实况视频、焊接熔池的实况视频,和/或焊接操作的模拟视频。

[0150] 在某些实施例中,焊接系统10可在焊接会话(例如,焊接作业)期间捕获视频数据,并且经由网络38将视频数据存储存储在存储装置24和/或数据存储系统318(例如,云存储系统)上。此外,焊接软件244可被配置成从存储装置24或数据存储系统318检索视频数据,从存储装置24或数据存储系统318检索焊接参数数据,使视频数据与焊接参数数据同步,并将同步的视频数据和焊接参数数据提供给显示器32。

[0151] 在一些实施例中,焊接系统10可接收来自先前执行的焊接的测试数据。至少部分基于测试数据的测试结果343可显示在屏幕上。测试数据可包含所执行的焊接会话(例如,焊接作业)的性质,例如,强度、孔隙度、渗透率、硬度、热影响区大小、外观和污染或其任何组合。测试数据可以经由在焊接会话的完成之后执行的破坏性或非破坏性测试而获得。例如,焊接的强度可以经由破坏性测试而确定,而孔隙度和渗透率可以经由非破坏性测试(例如,x射线检查或超声检查)而获得。

[0152] 在一些实施例中,焊接系统10可至少部分基于焊接参数数据来确定测试数据(例如,焊接作业的性质)。作为附加或替代,焊接系统10可利用电弧参数数据以确定测试数据。测试数据(例如,焊接作业的性质)可与焊接参数数据以及任何电弧参数数据相关联,以使得对应于相同焊接会话(例如,焊接作业)的测试数据、焊接参数数据以及电弧参数数据被存储在一起。当焊接会话(例如,焊接作业)是实况焊接作业时,电弧参数(例如,焊接电压、焊接电流、送丝速度)可包含所测量的电弧参数和/或所设定的电弧参数。当焊接会话是模拟、虚拟现实或增强现实焊接作业时,电弧参数可包含模拟电弧参数。在一些实施例中,与非实况焊接会话(例如,模拟、虚拟现实、增强现实)相关联的电弧参数可包含数据存储装置中所存储的空集。

[0153] 在一些实施例中,焊接会话(例如,焊接作业)的所确定的性质至少部分基于与对应于先前执行的焊接会话的焊接数据(例如,焊接参数、电弧参数)的比较。对应于先前执行的焊接会话的焊接数据可存储在数据存储系统318中。焊接系统10可通过与对应于先前执行的实况焊接会话(例如,实况焊接作业)的焊接数据(例如,焊接参数、电弧参数)和相关联的测试数据的比较而确定(例如,估算、外插)模拟焊接作业、虚拟现实焊接作业或增强现实焊接作业的性质。例如,焊接系统10可通过虚拟现实焊接作业的焊接参数(例如,接触末端到工件的距离、行进速度)与相关联于先前执行的实况焊接作业的焊接参数的比较而确定虚拟现实焊接作业的渗透率。因此,焊接系统10可通过提供焊接作业的所确定的一种或更多种性质来便于训练操作员,而不管所执行的焊接作业(例如,模拟、虚拟现实、增强现实)为何,这无需生产有形的工件来进行测试。

[0154] 焊接系统10的计算机18可经由执行处理器可执行指令以比较所接收的焊接数据与对应于先前执行的焊接作业的焊接数据,从而确定焊接会话(例如,焊接作业)的一种或更多种性质。在一些实施例中,焊接会话的一种或更多种性质是在焊接系统10远处确定的,例如,在经由网络38而耦接到焊接系统10的远程计算机44或数据存储系统318上确定。作为附加或替代,一个或更多个所确定的性质可例如经由网络38而传输到数据存储系统318。在

一些实施例中,计算机18可在接收到与焊接会话(例如,焊接作业)相关联的焊接数据的同时确定焊接会话的性质。也就是说,在操作员执行焊接会话时,计算机18可至少部分地基于焊接参数基本上实时地确定性质或质量特性(例如,渗透率、孔隙度、强度、外观)。所确定的性质可经由显示器32作为测试结果而显示。如可了解的是,可以在从焊接会话(例如,焊接作业)的测试(例如,破坏性测试、非破坏性测试)获得结果之后,调整所确定的性质。

[0155] 焊接软件244可分析焊接参数数据以确定可展示在显示器32上的横越路径344。在一些实施例中,可由焊接操作员选择焊接期间的某一时间,如指示符346所示。通过调整所选择的时间指示符346,焊接操作员可查看焊接操作员可查看视频重播342和/或横越路径344以及在所选择的时间所呈现的焊接参数以建立焊接参数、视频重播342和/或横越路径344之间的相关性。作为附加或替代,焊接操作员可选择(例如,经由显示器32上的光标,经由触摸屏显示器32进行手动选择)所显示的横越路径344的某一位置以审查对应于焊炬14横穿所选择的位置的一个或多个时间的焊接数据327。此外,视频重播342可展示对应于所选择的时间346和/或所选择的位置的视频帧(例如,所捕获的图像、图片)。如可了解的是,当焊接操作员利用编织或抖动技术时和/或当焊接会话包含多行程时,所选择的位置可对应于多个帧或所捕获的图像。因此,显示器32可展示多个帧(例如,所捕获的图像、图片),并且焊接操作员可选择一个或多个帧以进行额外审查。在一些实施例中,所显示的测试结果343(例如,焊接作业的一个或多个所确定的性质)可对应于指示符346所示的所选择的时间和/或沿着横越路径344的一个或多个位置。也就是说,测试结果343可显示对应于所选择的时间指示符346和/或沿着横越路径344的所选择的位置的焊接的测试特性(例如,孔隙度、渗透率)。焊接软件244可被配置成至少部分基于焊接参数数据来重新创建焊接数据,将视频重播342与重新创建的焊接数据同步,并将同步的视频重播342和重新创建的焊接数据提供给显示器32。在某些实施例中,重新创建的焊接数据可以是焊接熔池数据和/或模拟焊接。在一些实施例中,焊接软件244可将将在焊接工艺期间针对沿着焊接的横越路径344的位置和/或针对焊接工艺期间的所选择的时间而获取的焊接数据的各个方面(例如,所确定的性质、视频、非破坏性测试结果、破坏性测试结果)关联起来。焊接软件244可便于将焊接参数(例如,工作角度328、行进角度330、CTWD 332、行进速度334、以及焊炬相对于工件的接头的朝向336、焊炬取向、焊炬位置)与电弧参数(例如,电压337、电流338、送丝速度)、视频重播342以及测试结果343或其任何组合关联起来。与操作员的登记号293相关联的焊接数据可使操作员、教员或管理员能够审查对应于所选择的时间指示符346和/或沿着焊接工艺的横越路径344的位置的焊接参数、电弧参数、视频重播342和测试结果343(例如,所确定的性质)。例如,操作员可审查焊接数据以识别在指示符346所示的所选择的时间或所选择的位置处的焊接参数(例如,工作角度328、CTWD 332)的改变与电弧参数(例如,电流、电压)的改变之间的关系。此外,操作员可审查焊接数据以识别焊接参数的改变与焊接的测试结果343的改变之间的关系。

[0156] 在一些实施例中,焊炬14(例如,MIG焊炬、焊条电极固持器、TIG焊炬)可用作指针,在将焊炬14朝向焊接的具体位置的情况下,在显示器32上显示对应于该具体位置的焊接数据327。在一些实施例中,焊炬14可在该具体位置处接触工件82。此外,焊接软件244可基于沿着焊缝最接近操作员将焊炬14(例如,电极)朝向的地方的点而从操作员确定具体位置。焊接软件244可产生将在焊炬14在会话的完成之后朝向沿着焊接的位置时与焊接数据327

一起被显示的位置条346(例如,指示符)。也就是说,位置条可按照与上文所述并且图20所图示的所选择的时间线346类似的方式跨越焊接参数(例如,工作角度328、行进角度330、CTWD 332、行进速度334以及焊炬相对于工件的接头的目标336)的图形延伸。焊接软件244可被配置成显示在焊炬14处于具体位置处时捕获的视频重播342(例如,一个或更多个视频帧、所捕获的图像)。例如,焊接软件244可显示在焊炬14处于具体位置处之前和/或之后的0到30帧。作为附加或替代,焊接软件244可显示具体位置处的焊接的横截面图。横截面图可基于一组或更多组数据,包含(但不限于)x光扫描、超声扫描、至少部分基于焊接数据327的所产生的模型或其任何组合。此外,横截面图可使焊接操作员或教员能够审查具体位置处的焊接的各种确定的质量特性,包含(但不限于)孔隙度、底切(undercut)、飞溅物、填充不足(underfill)和填充过量(overfill)。虽然焊炬14可容易地用于在会话的完成之后在工件82移动之前朝向焊接的具体位置并选择所述具体位置,但焊炬14可在相应工件82的重新校准之后用作与所移动的工件82的先前完成的会话的指针。此外,在一些实施例中,校准工具610或另一焊接装置可用于朝向和选择焊接的具体位置,可显示对于这些具体位置的焊接的各种所确定质量特性。

[0157] 在某些实施例中,存储装置24可被配置成存储对应于焊接操作员所执行的多次焊接的第一数据组并且存储对应于焊接操作员所执行的多次非训练焊接的第二数据组。此外,控制电路320可被配置成从存储装置24检索第一数据组中的至少部分,从存储装置24检索第二数据组中的至少部分,使第一数据组中的至少部分与第二数据组中的至少部分同步并将同步的第一数据组中的至少部分和第二数据组中的至少部分提供给显示器32。

[0158] 图21是图示焊接的不连续性分析348的屏幕347的实施例。不连续性分析348包含列表350,其中列表350可列举焊接操作的潜在问题。不连续性分析348将反馈提供给焊接操作员,该反馈关于焊接操作内焊接不符合预定质量阈值的时间段。例如,在时间352和354之间,存在高的不连续性(例如,焊接质量差,焊接具有高故障概率,焊接有缺陷)。此外,在时间356和358之间,存在中等不连续性(例如,焊接质量一般,焊接具有中等故障概率,焊接是部分有缺陷)。此外,在时间360和362之间,存在高不连续性,并且在时间364和366之间,存在低的不连续性(例如,焊接质量好,焊接具有低故障概率,焊接不是有缺陷的)。通过此信息,焊接操作员可能快速分析焊接操作的质量。

[0159] 图22是焊接软件244的焊接教员屏幕368的实施例的框图。焊接软件244被配置成为许多不同焊接配置提供训练模拟。例如,焊接配置可包含MIG焊接工艺370、TIG焊接工艺372、焊条焊接工艺374、实况电弧焊接模式346、模拟焊接模式248、虚拟现实焊接模拟250和/或增强现实焊接模式252。

[0160] 焊接教员屏幕368可被配置成使焊接教员能够限制焊接操作员的训练376(例如,限制到一个或更多个所选择的焊接配置)、限制焊接操作员班级的训练378(例如,限制到一个或更多个所选择的焊接配置)和/或限制焊接操作员的班级的一部分的训练380(例如,限制到一个或更多个所选择的焊接配置)。此外,焊接教员屏幕368可被配置成使焊接教员能够将所选择的训练作业分派给焊接操作员382、将所选择的训练作业分配给焊接操作员的班级384和/或将所选择的训练作业分配给焊接操作员的班级的一部分386。此外,焊接教员屏幕368可被配置成使焊接教员能够使焊接操作员(或焊接操作员班级)从第一作业自动地推进到第二作业388。例如,焊接操作员可至少部分基于执行第一作业的质量而从第一作业

推进到第二作业。此外,焊接教员屏幕368可被配置成验证操作员的身份389(例如,以确保焊接数据与适当登记号293相关联)。在一些实施例中,操作员识别系统43识别操作员,并且教员经由焊接教员屏幕368而验证操作员的身份。例如,教员可将验证输入(例如,可重置识别符、生物特征识别符、物理识别符)提供给操作员识别系统43以授权操作员的身份被操作员识别系统43适当地辨识。在一些实施例中,教员(例如,第二操作员)例如经由操作员识别系统43而将第二识别符输入(例如,可重置识别符、生物特征识别符、物理识别符)提供给焊接系统10,因此验证将第一识别符输入提供给操作员识别系统43的操作员的身份。第二识别符输入可与焊接数据(例如,执行焊接会话的操作员的身份)一起被存储,例如,存储在计算机18或数据存储系统318的存储器56中。作为附加或替代,焊接教员可经由两步识别过程来验证操作员的身份389,在所述两步识别过程中,在确保焊接数据与适当登记号293相关联之前,操作员识别系统43将分开地识别操作员与教员两者。

[0161] 图23是用于使用增强现实进行的焊接训练的方法389的实施例。焊接操作员可选择焊接软件244的模式(方框390)。焊接软件244确定是否已选择了增强现实模式252(方框392)。如果已选择增强现实模式252,那么焊接软件244执行增强现实模拟。应注意,焊接操作员可佩戴焊接头盔和/或配置成将显示装置定位在焊接操作员视野之前的某一其它头戴物。此外,显示装置可以是大体上透明的,以使焊接操作员能够看到实际物体;然而,虚拟焊接环境可描绘在显示装置的一些部分上。作为此增强现实模拟的一部分,焊接软件244例如从感测装置16接收焊炬14的位置和/或取向(方框394)。焊接软件244整合虚拟焊接环境与焊炬14的位置和/或取向(方框396)。此外,焊接软件244将整合的虚拟焊接环境提供给显示装置(方框398)。例如,焊接软件244可确定焊珠应处于焊接操作员的视野范围内的何处,并且焊接软件244可在显示装置上显示焊珠以使得焊珠看起来处于工件上。在完成焊接之后,增强现实模拟可使焊接操作员能够抹除虚拟焊接环境的一部分(例如,焊珠)(方框400),并且焊接软件244返回到方框390。

[0162] 如果尚未选择增强现实模式252,那么焊接软件244确定是否已选择实况电弧模式246(方框402)。如果已选择实况电弧模式246,那么焊接软件244进入实况电弧模式246并且焊接操作员可执行实况电弧焊接(方框404)。如果尚未选择实况电弧模式246和/或在执行方框404之后,那么焊接软件244返回到方框390。因此,焊接软件244被配置成允许焊接操作员在增强现实模式252中实践焊接,以将虚拟焊接环境的至少一部分从实践焊接抹除并在实况电弧模式246中执行实况焊接。在某些实施例中,焊接操作员可多次在增强现实模式252中连续地实践焊接。

[0163] 图24是用于使用增强现实进行的焊接训练的另一方法406的实施例。焊接操作员可选择焊接软件244的一种模式(方框408)。焊接软件244确定是否已选择增强现实模式252(方框410)。如果已选择增强现实模式252,那么焊接软件244执行增强现实模拟。应注意,焊接操作员可佩戴焊接头盔和/或配置成将显示装置定位在焊接操作员视野之前的某一其它头戴物。此外,显示装置可完全地阻断焊接操作员的视野,以致于焊接操作员所观察到的图像已被相机捕获并且显示在显示装置上。作为此增强现实模拟的一部分,焊接软件244例如从感测装置16接收焊炬14的图像(方框412)。焊接软件244整合虚拟焊接环境与焊炬14的图像(方框414)。此外,焊接软件244将整合的虚拟焊接环境与焊炬14的图像提供给显示装置(方框416)。例如,焊接软件244可确定焊珠应位于焊接操作员的视野范围内的何处,并且焊

接软件244在显示装置上显示焊珠与焊炬14的图像以及焊接环境中的其它物体。在完成焊接之后,增强现实模拟可使焊接操作员能够抹除虚拟焊接环境的一部分(例如,焊珠)(方框418),并且焊接软件244返回到方框408。

[0164] 如果尚未选择增强现实模式252,那么焊接软件244确定是否已选择实况电弧模式246(方框420)。如果已选择实况电弧模式246,那么焊接软件244进入实况电弧模式246并且焊接操作员可执行实况电弧焊接(方框422)。如果尚未选择实况电弧模式246和/或在执行方框422之后,那么焊接软件244返回到方框408。因此,焊接软件244被配置成允许焊接操作员在增强现实模式252中实践焊接,以将虚拟焊接环境的至少一部分从实践焊接抹除并在实况电弧模式246中执行实况焊接。在某些实施例中,焊接操作员可多次在增强现实模式252中连续地实践焊接。

[0165] 图25是焊炬14的实施例的框图。焊炬14包含先前所述的控制电路52、用户接口60和显示器62。此外,焊炬14包含各种传感器和其它装置。焊炬14可包含温度传感器424(例如,热电偶、热敏电阻等)、惯性传感器426(例如,加速度器、陀螺仪、磁力计等)、振动装置428(例如,振动电动机)、麦克风429、一个或更多个视觉指示器61(例如,LED 64)或其任何组合。此外,在某些实施例中,焊炬14可包含电压传感器425和/或电流传感器427以分别感测焊炬14所产生的电弧的电压和/或电流。如下文更详细地论述,一组或更多组LED 64可布置在焊炬14周围以使感测装置16能够检测焊炬14相对于训练支架12和工件82的位置和取向。例如,多组LED 64可布置在焊炬14的顶侧、左侧和右侧上,以使感测装置16能够检测焊炬14的位置和取向,而不管焊炬14的哪一侧面向感测装置16。在某些实施例中,焊炬14可包含一个以上温度传感器424、惯性传感器426、振动装置428、电压传感器425、电流传感器427和/或麦克风429。

[0166] 在操作期间,焊炬14可被配置成使用温度传感器424以检测与焊炬14相关联的温度(例如,焊炬14的电子部件的温度、显示器62的温度、发光装置的温度、振动装置的温度、焊炬14的主体部分的温度等)。控制电路52(或另一装置的控制电路)可使用所检测的温度来执行各种事件。例如,控制电路52可被配置成如果所检测的温度达到和/或超过预定阈值(例如,85℃),那么禁止焊炬14使用实况电弧模式246(例如,实况焊接)。此外,控制电路52也可被配置成停用焊炬14的各种生热装置,例如,振动装置428、发光装置等。控制电路52可还被配置成在显示器62上展示消息,例如“等待焊炬冷却。给您带来不便,敬请谅解。(Waiting for torch to cool down. Sorry for the inconvenience.)”在某些实施例中,控制电路52可被配置成如果所检测的温度达到第一阈值,那么停用某些部件或特征,并且如果所检测的温度达到第二阈值,那么停用额外部件或特征。

[0167] 此外,在操作期间,焊炬14可被配置成使用惯性传感器426以检测与焊炬14相关联的运动(例如,加速度等)。控制电路52(或另一装置的控制电路)可使用所检测的加速度来执行各种事件。例如,控制电路52可被配置成在惯性传感器426检测到已移动焊炬14之后,激活显示器62(或另一显示器)。因此,控制电路52可引导显示器62例如从休眠模式“唤醒”,和/或退出屏幕保护模式,以便于焊炬14的焊接操作员使用显示器62上的图形用户界面(GUI)。此外,控制电路52可利用来自一个或更多个惯性传感器426的反馈,以确定焊炬14在焊接环境中的位置和/或焊炬14在焊接环境内的移动。如下文详细地论述,感测装置16(例如,相机)可利用焊炬上的标记物474,以确定焊炬14在焊接环境中的位置、取向和/或移动。

在一些实施例中,控制电路52(或另一装置的控制电路)可利用来自一个或更多个惯性传感器426的反馈以通过感测装置16来增强焊炬14的位置、取向和/或移动的确定。也就是说,当工件82或操作员从感测装置16的角度看使焊炬14的一个或更多个标记物474不可见(例如视线受阻)时,控制电路52可基于来自一个或更多个惯性传感器426的反馈来确定焊炬14的位置和取向。

[0168] 返回到图21,例如,当其它感测装置可出于任何原因而不能够监视焊炬14的位置和取向时(例如,用于光学地追踪焊炬14的一组标记物中的一个或更多个标记物从相机的角度看被遮挡),一个或更多个惯性传感器426可使控制电路52能够确定在时间360与362之间的间隔的工作角度328、行进角度330和行进速度334。一个或更多个惯性传感器426可提供关于焊炬14的位置和/或取向的输出,该输出独立于另一位置检测系统(例如,光学检测系统、磁性检测系统、声音检测系统)。假设CTWD 332以及焊炬14相对于工件82接头的朝向对于所述时间间隔是大致上恒定的,那么控制电路52可至少部分基于来自焊炬14的一个或更多个惯性传感器426的反馈而确定工作角度328、行进角度330和行进速度334。

[0169] 返回到图25,在某些实施例中,控制电路52可被配置成至少部分基于所检测的运动而确定焊炬14已发生高程度的冲击事件(例如,掉落,用作锤子等)。在确定已发生高程度的冲击事件之后,控制电路52可存储(例如,记录)焊炬14已受到冲击的指示。控制电路52可连同该指示地存储其它对应数据,例如,日期、当日时间、加速度、用户姓名、焊炬识别数据等。控制电路52可还被配置成在显示器62上向焊接操作员显示请求操作员避免使焊炬14受到冲击的通知。在一些实施例中,控制电路52可被配置成使用惯性传感器426所检测的运动,以使焊接操作员能够在软件用户接口(例如,焊接软件、焊接训练软件等)内导航和/或做出选择。例如,控制电路52可被配置成接收加速度,并且如果该加速度与预定样式匹配(例如,加速度指示某方向上的急跳运动,加速度指示焊炬14正被抖动,等等),那么做出软件选择。

[0170] 振动装置428被配置成通过引导焊炬14使其振动和/或抖动而将反馈提供给焊接操作员(例如,提供振动或触觉反馈)。振动装置428可在实况焊接期间和/或在模拟焊接期间提供振动反馈。如可了解的是,实况焊接期间的振动反馈可被调谐至具体频率以使焊接操作员能够在由于实况焊接而发生的振动与振动反馈之间进行区分。例如,在实况焊接期间,振动反馈可以在约3.5Hz下提供。使用此频率可使焊接操作员能够在由于实况焊接而发生自然振动的同时检测何时发生振动反馈。相反,在实况焊接期间,振动反馈可以在约9Hz下提供。然而,9Hz频率可能与由于实况焊接而发生的自然振动相混淆。

[0171] 一个或更多个麦克风429被配置成便于通过局部定位系统来确定焊炬14的位置。焊炬14的一个或更多个麦克风429从焊接环境周围的已知位置处所设置的信标接收所发射的信号(例如,超声信号、RF信号)。如可了解的是,局部定位系统在物体从已知位置处的三个或更多个信标接收所发射的信号(即,经由未被遮挡的视线)时实现物体的位置的确定。控制电路52(或另一装置的控制电路)可经由三角测量、三边测量和多边测量而从接收信号确定焊炬14的位置。在一些实施例中,在焊接期间,当感测装置16(例如,相机)中的一个或更多个被工件82和/或操作员遮挡时,麦克风429可便于确定焊炬14的位置。

[0172] 图26是使用焊炬14将振动反馈提供给操作员的方法430的实施例。控制电路52(或另一装置的控制电路)检测对应于焊接操作的参数(例如,工作角度、行进角度、行进速度、

末端到工件的距离、朝向等) (方框432)。如可了解的是,焊接操作可以是实况焊接操作、模拟焊接操作、虚拟现实焊接操作和/或增强现实焊接操作。控制电路52确定参数是否处于第一预定范围内(方框434)。如可了解的是,第一预定范围可以是刚好处于可接受范围外的范围。例如,参数可以是工作角度,可接受范围可以是45度到50度,并且第一预定范围可以是50度到55度。因此,在此实例中,控制电路52确定工作角度是否处于50度到55度的第一预定范围内。

[0173] 如果参数处于第一预定范围内,那么控制电路52使焊炬以第一样式振动(方框436)。第一样式可以是第一频率、第一频率调制、第一振幅等。此外,如果参数不处于第一预定范围内,那么控制电路52确定参数是否处于第二预定范围内(方框438)。第二预定范围可以是刚好处于第一预定范围外的范围。例如,继续上文论述的实例,第二预定范围可以是55度到60度。因此,在此实例中,控制电路52确定工作角度是否处于55度到60度的第二预定范围内。如果参数处于第二预定范围内,那么控制电路52使焊炬以第二样式振动(方框440)。第二样式可以是第二频率、第二频率调制、第二振幅等。应注意,第二样式通常不同于第一样式。在某些实施例中,第一样式和第二样式可以是相同的。此外,可听见的指示可被提供给焊接操作员以指示参数是处于第一预定范围内还是第二预定范围内。此外,可听见的指示可用于指示参数不处于可接受范围内。在这些实施例中,振动可用于指示焊接操作员正做出错误的举动,并且可听见的指示可用于识别焊接操作员正做出什么错误举动和/或如何进行修正。参数可以是任何适当参数,例如,工作角度、行进角度、行进速度、末端到工件的距离和/或朝向。图27到图29图示各种样式的实施例。

[0174] 图27是各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的两种样式的实施例的图形442。第一样式444以时间448与第二样式446分开。在所图示的实施例中,第一样式444是第一频率,并且第二样式446是不同于第一频率的第二频率。第一频率和第二频率可以是任何适当频率。如可了解的是,第一频率和第二频率可被配置成不同于实况焊接期间所产生的自然频率,以便于焊接操作员在自然频率与第一频率和第二频率之间进行区分。虽然所图示的实施例示出第一频率低于第二频率,但在其它实施例中,第二频率可低于第一频率。

[0175] 图28是各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的两种样式的实施例的图形450。第一样式452以时间456与第二样式454分开。在所图示的实施例中,第一样式452是第一调制,并且第二样式454是不同于第一调制的第二调制。第一调制和第二调制可以是任何适当调制。例如,第一调制可包含第一数量的振动脉冲(例如,两个脉冲),并且第二调制可包含第二数量的振动脉冲(例如,三个脉冲)。此外,调制可改变脉冲的数量,脉冲之间的时间等。在某些实施例中,振动脉冲的数量和/或脉冲之间的时间可被配置成随着参数朝向或远离可接受参数值移动而逐渐增加或减少。虽然所图示的实施例示出第一调制具有比第二调制更少的脉冲,但在其它实施例中,第二调制可具有比第一调制更少的脉冲。

[0176] 图29是各自包含用于将振动反馈提供给焊接操作员的两种样式的实施例的图形458。第一样式460以时间464与第二样式462分开。在所图示的实施例中,第一样式460是第一振幅,并且第二样式462是不同于第一振幅的第二振幅。第一振幅和第二振幅可以是任何适当振幅。虽然所图示的实施例示出第一振幅低于第二振幅,但在其它实施例中,第二振幅可低于第一振幅。

[0177] 焊炬14可在模拟焊接或实况焊接期间将不同程度的振动和视觉反馈提供给操作员。例如,焊炬14的第一反馈模式可将视觉反馈(例如,经由显示器62)和振动反馈提供给操作员,直到操作员起始模拟或实况焊接工艺为止,并且焊炬14在模拟或实况焊接工艺期间可以不提供视觉或振动反馈。焊炬14的第二反馈模式在模拟或实况焊接工艺之前和之中均可将视觉和振动反馈两者提供给操作员。焊炬的第三反馈模式可仅在模拟焊接工艺之前和之中将视觉和振动反馈两者提供给操作员。如可了解的是,一些模式可在模拟焊接工艺之前或期间仅提供视觉反馈,并且其它模式可在模拟焊接工艺之前或期间仅提供振动反馈。在一些实施例中,教员可指定反馈水平,该反馈水平可在将被评估的模拟或实况焊接会话期间提供给操作员。此外,操作员可在模拟或实况焊接之前和之中选择性地停用由焊炬提供的振动和/或视觉反馈。

[0178] 图30是具有可用于追踪焊炬14的标记物的焊炬14的实施例的立体图。虽然图30和图31图示了焊炬14,但是其它焊接装置(例如,焊接工具、托管架、校准工具)可具有以指定模式布置于相应焊接装置周围的标记物474(例如,视觉标记物802),该指定模式对应于焊接装置的刚体模型。因此,耦接到感测装置16的计算机18可从由感测装置16检测的一组标记物474来确定焊接装置的类型、焊接装置的刚体模型、焊接装置的位置和焊接装置的取向。在一些实施例中,可以在实况焊接之前追踪焊炬14的位置以确定(即,校准)焊接接头的形状。例如,焊炬14可用于在包含(但不限于)焊接位置1G、2G、3G、4G、5G、6G、1F、2F、3F、4F、5F或6F的各种位置中追踪工件82的形状。所确定的焊接接头的形状可被存储在数据存储系统318中,以与沿着焊接接头的后续实况焊接工艺进行比较。在一些实施例中,可以在实况焊接期间追踪焊炬14的位置并将其与数据存储系统318中所存储的焊接接头的形状比较。焊炬14的控制电路52和/或训练系统10的任一其它部件可将关于焊炬14相对于焊接接头的位置(例如地点)和/或取向的大致上实时的反馈提供给操作员。焊炬14包含外壳466,其中外壳围住焊炬14的控制电路52和/或焊炬14的任何其它部件。显示器62和用户接口60纳入到外壳466的顶部部分中。

[0179] 如图示,颈部470从焊炬14的外壳466延伸。用于追踪焊炬14的标记物可设置在颈部470上。具体来说,安装杆472用于将标记物474耦接到颈部470。标记物474在所图示的实施例中是球形标记物;然而在其它实施例中,标记物474可以是任何适当形状(例如,LED的形状)。标记物474由感测装置16使用以追踪焊炬14的位置和/或取向。如可了解的是,标记物474中的三个标记物用于限定第一平面。此外,标记物474被布置成使得第四标记物474处于不同于第一平面的第二平面中。因此,感测装置16可使用四个标记物474来追踪焊炬14的位置和/或取向。应注意,虽然所图示的实施例示出四个标记物474,但安装杆472可具有任何适当数量的标记物474。

[0180] 在某些实施例中,标记物474可以是反射性标记物(例如,回射体),而在其它实施例中,标记物474可以是发光标记物(例如,发光二极管LED 64)。在标记物474是发光标记物的实施例中,标记物474可以由焊炬14的外壳466内的电气部件供电。例如,标记物474可由安装杆472与外壳466之间的连接件476供电。此外,控制电路52(或另一装置的控制电路)可用于控制对标记物通电和/或断电(例如,发光)。在某些实施例中,标记物474可基于焊炬14的位置和/或取向来个别地通电和/或断电。在其它实施例中,标记物474可基于焊炬14的位置和/或取向来成组地通电和/或断电。应注意,在不包含安装杆472的实施例中,连接件476

可替换为与所图示的标记物468分开的平面上的另一标记物468。焊炬14的实施例在本文中是相对于一致的一组坐标轴780来描述。X轴782是沿着焊炬14的纵轴的水平方向，Y轴784是相对于纵轴的垂直方向，并且Z轴786是从焊炬14横向延伸的水平方向。

[0181] 图31是沿着图30的剖切线31-31截取的焊炬14的颈部800的实施例。视觉标记物802布置在在颈部800上的预定义的位置处，以便于感测装置16检测焊炬14的位置和取向。在一些实施例中，视觉标记物802是LED 64。作为附加或替代，视觉标记物802是具有方向性的，以使得相比较少朝向感测装置16取向的视觉标记物802，感测装置16较容易检测到朝向感测装置16（例如，一个或多个相机）取向（例如，居中）的视觉标记物802。例如，表面上所布置的LED 64可被引导以主要沿着实质上垂直于该表面的轴线发射光（例如，可见光、红外光、紫外光）。此外，一个或多个视觉标记物802可为回射体，该回射体配置成实质上朝向相应视觉标记物从其接收光（例如，来自位于相机感测装置16附近的红外灯）的方向反射光。在一些实施例中，多组视觉标记物802布置在颈部800上。

[0182] 每一组中的视觉标记物802可取向（例如，居中）在实质上与相应组中的其它视觉标记物802相同的方向上。在一些实施例中，第一组804视觉标记物802沿着Y轴784实质上垂直地被引导，第二组806视觉标记物802在第二方向808上被引导，并且第三组810视觉标记物802在第三方向812上被引导。也就是说，每一组中的视觉标记物802可如相应组中的其它视觉标记物802那样被取向成在实质上平行的方向上发射光。第二方向808实质上垂直于沿着焊炬14的X轴782，并且相对于Y轴784错开第二角度814。第三方向812实质上垂直于沿着焊炬14的X轴782，并且相对于Y轴784错开第三角度816。在一些实施例中，第二角度814和第三角度816具有大致上相同的量值。例如，第二组806视觉指示器802可相对于Y轴784错开 45° ，并且第三组810视觉指示器802可相对于Y轴784错开 45° ，以使得第二角度814实质上垂直于第三角度816。第二角度814和第三角度816可各自是大约 5° 到 180° 、 15° 到 135° 、 25° 到 90° 或 30° 到 75° 。如可了解的是，颈部800可具有1组、2组、3组、4组、5组、6组、7组、8组、9组、10组或更多组视觉标记物802，其中每一组取向在特定方向上以便于由感测装置16检测。

[0183] 每一组中的视觉标记物802可布置在相同或实质上平行的平面上。例如，第一组804视觉标记物802可布置在第一平面818或实质上平行于第一平面818（其垂直于Y轴784）的平面上。第二组806视觉标记物802可布置在第二平面820或实质上平行于第二平面820（其垂直于第二方向808）的平面上。第三组810视觉标记物802可布置在第三平面822或实质上平行于第三平面822（其垂直于第三方向812）的平面上。在一些实施例中，每一组的视觉标记物802可在空间上分布于焊炬14周围以使相应组的视觉标记物802之间的距离最大化，这可便于相对于较窄空间分布而确定焊炬14相对于感测装置的位置和取向。如本文所使用，术语“实质上平行”包含在平行的10度内的取向，并且术语“实质上垂直”包含在垂直的10度内的取向。每一组中的视觉标记物802的布置可便于在模拟的和/或实况的不在适当位置的焊接工艺（包含（但不限于）垂直焊位置或仰焊位置）期间追踪焊炬14。

[0184] 颈部800的结构824可便于所述多组视觉标记物802的取向。例如，每一结构824的安装表面可实质上平行于对应的一组视觉标记物802的相应平面。此外，当相应视觉标记物802相对于感测装置16以大于阈值角度的角度取向时，结构824可减少或省去感测装置16对相应视觉标记物802的检测。例如，第二组806视觉标记物802可被配置成当操作员握持焊炬14而感测装置16处于操作员的左侧（即，惯用左手的操作员）时由感测装置16检测，并且第

三组810视觉标记物802可被配置成当操作员握住焊炬14而感测装置16处于操作员的右侧(即,惯用右手的操作员)时由感测装置16检测。对于第二组806视觉标记物802的颈部800和/或结构824可在惯用右手的操作员使用焊炬14时减少或省去对第二组806视觉标记物802的检测,并且对于第三组810视觉标记物,可在惯用左手的操作员使用焊炬14时减少或省去对第三组810视觉标记物的检测。

[0185] 图32是焊炬14的颈部800上的视觉标记物802的布置的俯视图,其类似于图31所图示的颈部800的实施例。第一组804视觉标记物802(例如,“A”)、第二组806视觉标记物802(例如,“B”)和第三组810视觉标记物802(例如,“C”)布置在颈部800上的不同预定义位置处,这允许感测装置16经由检测对应于焊炬14的每一侧(例如,顶侧、左侧826、右侧828、底侧、前侧)的不同图案或布置而确定焊炬14的哪一侧最朝向感测装置16。作为附加或替代,每一组中的视觉标记物802(例如,LED 64)可分别显色,因此使感测装置16能够经由颜色检测来确定焊炬14的哪一侧最朝向感测装置16。也就是说,第一组804可发射第一光谱范围内的光(例如,约730nm红外光),第二组806可发射第二光谱范围内的光(例如,约850nm红外光),并且第三组810可发射第三光谱范围内的光(例如,约940nm)。每一组视觉标记物802的不同波长可使得耦接到感测装置16的控制器(例如,计算机18)能够至少部分地基于检测到哪些波长而容易地确定哪一组视觉标记物802和焊炬14的哪一侧对感测装置16可见。

[0186] 当感测装置16检测一组中的视觉标记物802的阈值量时,感测装置16可追踪焊炬14相对于训练支架12和工件82的位置和取向。一组视觉标记物802的阈值量可为由感测装置16一次可检测到的至少三个、四个、五个或更多个视觉标记物802。一组中的视觉标记物802的阈值量可以小于或等于相应组中的视觉标记物802的量。例如,当检测到第三组810中的四个视觉标记物802时,感测装置16可检测焊炬14的右侧,当检测到第一组804中的五个视觉标记物802时,感测装置16可检测焊炬14的顶侧,并且当检测到第二组中的四个视觉标记物802时,可检测焊炬的左侧。在一些实施例中,每一组视觉标记物802可具有冗余视觉标记物,以使得当冗余视觉标记物中的一个或更多个在视野上不可见时,感测装置16可追踪焊炬14的位置和取向。感测装置16可按照实质上相同的准确性追踪位置和取向,而不管哪一组视觉标记物被感测装置16检测到。在一些实施例中,相应组的视觉标记物802的阈值量。

[0187] 视觉标记物802可相对于沿着焊炬14的X轴782并相对于基线830布置在焊炬14的颈部800上的多个适当位置处。例如,第一组804可具有五个视觉标记物802:接近颈部800的第一端832沿着基线830并相对于X轴782以第一偏移831间隔开的两个视觉标记物802、在颈部800的中段836中相对于基线830以第一距离834间隔开并在左侧826相对于X轴782以第二偏移838间隔开的视觉标记物802、在中段836中相对于基线830以第三距离840间隔开并在右侧828以第二偏移838间隔开的视觉标记物802以及沿着X轴782接近颈部800的第二端842并相对于基线830以第四距离844间隔开的视觉标记物802。第二组806可具有四个视觉标记物802:沿着基线830并在左侧826相对于X轴782以第三偏移846间隔开的视觉标记物802、在中段836中沿着X轴782相对于基线830以第五距离848间隔开的视觉标记物802、在中段836中相对于基线830以第六距离850间隔开的视觉标记物802以及相对于基线830以第四距离844间隔开并在左侧826以第二偏移838间隔开的接近颈部800的第二端842的视觉标记物802。第三组810可具有四个视觉标记物802:沿着基线830并在右侧828相对于X轴782以第三

偏移846间隔开的视觉标记物802、在中段836中沿着X轴782相对于基线830以第七距离852间隔开的视觉标记物802、在中段836中相对于基线830以第八距离854间隔开并在左侧826相对于X轴782以第二偏移838间隔开的视觉标记物802以及相对于基线830以第四距离844间隔开并在右侧828以第二偏移838间隔开的接近颈部800的第二端842的视觉标记物802。

[0188] 每一组804、806、810的视觉标记物802的布置(例如,相对于基线830和X轴782的距离和偏移)可存储在焊接系统10的存储器中。例如,布置可作为对应于耦接到焊接系统10的特定焊炬的校准而存储在存储器中。如下文详细地论述,焊接系统10可检测视觉标记物802针对于感测装置16的布置,并至少部分基于所检测的布置与存储器中所存储的布置的比较而确定焊炬14相对于训练支架12和工件82的位置和取向。每一组视觉标记物802可以被校准,例如,在初次使用之前,在重新连接焊炬14以后或以预定维护间隔校准。为了校准一组视觉标记物802,焊炬14可按预定位置和取向而安装到训练支架12,以使得相应组的视觉标记物802实质上朝向感测装置16。例如,第一组804可在焊炬14被安装成使得焊炬14的Y轴784大体上朝向感测装置16时进行校准,第二组806可在焊炬14被安装成使得第二方向808大体上朝向感测装置16时进行校准,并且第三组810可在焊炬14被安装成使得第三方向812大体上朝向感测装置16时进行校准。在一些实施例中,所述多组视觉标记物802是在校准工具(例如,下文论述的校准工具610)耦接到焊炬14时进行校准。操作员可通过相对于训练支架12和感测装置16在焊接环境周围移动焊炬14而验证校准。

[0189] 图33是用于在焊炬的显示器上关联于阈值而显示焊接参数的方法478的实施例。在所图示的实施例中,控制电路52(或另一装置的控制电路)接收焊接操作员所做出的对与焊炬14的位置、取向和/或移动相关联的焊接参数的选择(方框480)。例如,焊接操作员可选择焊炬14的用户接口60上的按钮以选择焊接参数。焊接参数可以是任何适当焊接参数,例如,工作角度、行进角度、行进速度、末端到工件的距离、朝向等。如可了解的是,焊接系统10可自动地选择焊接参数,而无需来自焊接操作员的输入。在做出选择之后,焊炬14的显示器62关联于焊接参数的预定阈值范围和/或目标值而显示或展示焊接参数的表示(方框482)。所显示的焊接参数被配置成随着焊炬14的位置改变、随着焊炬14的取向改变和/或随着焊炬14的移动改变而改变。因此,焊接操作员可使用焊炬14以在执行焊接操作的同时(例如,在开始、启动、停止焊接操作之前等)适当地对焊炬14进行定位和/取向,因此使焊接操作员能够以处于预定阈值范围内或目标值下的焊接参数来执行焊接操作。

[0190] 例如,焊接操作员可能想要以适当工作角度开始焊接操作。因此,焊接操作员可在焊炬14上选择“工作角度”。在选择“工作角度”之后,焊接操作员可按照期望工作角度定位焊炬14。随着焊接操作员移动焊炬14,关联于期望工作角度而显示当前工作角度。因此,焊接操作员可将焊炬14四处移动,直到当前工作角度匹配期望工作角度和/或处于工作角度的期望范围内为止。如可了解的是,显示器62可被关断和/或变暗,以使得其操作期间是空白的。然而,焊接操作员可在执行焊接操作之前选择期望焊接参数。即使在显示器62空白的情况下,控制电路52也可被配置成在焊接操作期间监视焊接参数并将反馈(例如,振动反馈、音频反馈等)提供给焊接操作员。

[0191] 图34是用于关联于阈值而展示焊接参数的焊炬14的显示器62的一组屏幕截图的实施例。所述一组屏幕截图图示为执行焊接操作的焊接操作员显示焊接参数的各种方式。如可了解的是,在某些实施例中,焊接参数可以在焊接操作之前、期间和/或之后显示给焊

接操作员。屏幕484图示不处于预定阈值范围内的工作角度。显示器62的参数部分486指示所选择的参数。此外,范围区488指示所选择的参数是否处于预定阈值范围内。此外,参数值区490指示所选择的参数的值。在屏幕484上,工作角度38处于范围之外,如从中央圆向外延伸的箭头所指示。屏幕492图示处于预定阈值范围内的45的工作角度,如通过没有箭头从中央圆延伸而指示。

[0192] 如可了解的是,感测装置16可被配置成检测行进角度是拖动角度(例如,行进角度在焊接电弧之前)还是推动角度(例如,行进角度在焊接电弧之后)。因此,屏幕494图示处于预定阈值范围外的23的拖动行进角度,如从中央圆向外延伸的箭头所指示。相反,屏幕496图示处于预定阈值范围内的15的推动行进角度,如通过没有箭头从中央圆延伸而指示。此外,屏幕498图示处于预定阈值范围内的12的行进速度,如与中央圆对准的垂直线所指示。相反,屏幕500图示处于预定阈值范围外(即,大于预定阈值范围)的焊炬14的行进速度,如中央圆右侧的垂直线所指示。如可了解的是,小于预定阈值范围行进速度可由中央圆左侧的垂直线所指示。行进速度指示符可至少部分基于所确定的行进速度而在焊接工艺期间相对于中央圆实时地移动,因此指导操作员以预定阈值范围内的行进速度执行焊接工艺。

[0193] 屏幕502图示大于预定阈值范围的末端到工件的距离1.5,如外环内的小圆所指示。此外,屏幕504图示小于预定阈值范围的0.4的末端到工件的距离,如外环外的圆所指示。此外,屏幕506图示处于预定阈值范围内的1.1的末端到工件的距离,如实质上填满外环内的区域的圆所指示。此外,屏幕508图示处于预定阈值范围内的0.02的朝向,如与中央圆对准的行509所指示。相反,屏幕510图示不处于预定阈值范围内的0.08的朝向,如朝向中央圆的顶部的行509所指示。在一些实施例中,屏幕508和510的行509表示相对于焊炬14的末端的接头。例如,屏幕508和510图示当焊炬14实质上垂直于接头而取向时焊炬14的朝向(如行509所图示)。

[0194] 屏幕511图示当焊炬14相对于接头至少部分成角度时焊炬14的朝向,如行509和焊炬14的倾斜取向所指示。也就是说,尽管对应于屏幕508和511的焊炬14相对于接头(例如,行509)的位置实质上相同,但显示器上的屏幕508的行509的取向对应于焊炬14相对于接头的垂直取向,而显示器62上的屏幕511的行509的取向对应于焊炬14相对于接头的非垂直取向。范围区488(例如,朝向指示符、角度指示符、CTWD指示符)的取向可在显示器上转过一旋转变角,该旋转角被定义为显示器62的前边缘513与接头之间的角度差。显示器62上的图形表示可对应于焊炬14相对于接头的取向,而不是对应于显示器62相对于操作员的取向。例如,当焊炬14被定位在垂直接头附近以使得焊炬14实质上平行于接头时,显示器62上的行509可在显示器62上垂直地取向。接头指示行509可实质上垂直于上文关于屏幕498和500而论述的行进速度指示符。显示器62上的图形表示可在显示器62上旋转以至少部分地基于焊炬14的所确定取向(该取向是基于所检测到的视觉标记物802(例如,LED 64)、来自焊炬14的惯性传感器426的反馈,或其任何组合确定的)而对应于焊炬14相对于接头的取向。在一些实施例中,焊炬14的显示器62的默认模式为显示如屏幕484、492、494、496、498、500、502、504、506、508和510所图示的图形表示,其中焊炬14在焊接操作期间实质上水平(例如,右至左、左至右)移动。显示器62可以旋转模式进行配置,如屏幕511所示,该旋转模式实现了图形表示在显示器62上的旋转。图形表示在屏幕62上的旋转可使操作员感觉到图形表示随着焊炬14和显示器62周围的外壳466相对于接头移动或旋转而“浮动”。也就是说,即便焊炬14

相对于接头具有倾斜或旋转的位置,在显示器62上的图形表示的箭头和行的布置相对于观察显示器62的操作员可不改变。

[0195] 虽然已在所图示的实施例中在显示器62上展示具体图形表示以关联于阈值展示焊接参数,但其它实施例可使用任何适当图形表示以关联于阈值展示焊接参数。此外,在某些实施例中,个别参数视觉指导可被组合以使得多个参数在视觉上一一起显示。例如,显示器62上的屏幕511可经由旋转的图形表示实质上实时地图示小于预定阈值工作角度范围的工作角度的指示符(例如,范围区488、箭头、柱)、预定阈值行进角度范围之外的推动行进角度、预定末端到工件的距离阈值范围内的末端到工件的距离、预定朝向阈值范围内的朝向,和大于预定行进速度阈值范围的行进速度。在一些实施例中,操作员可调整显示器62以在实况或训练焊接操作期间仅实时地显示所选指示符(例如,行进速度、行进角度、末端到工件的距离)。在一些实施例中,显示器62在实况或训练焊接操作期间可循环显示焊接参数的各个指示符,或显示器62可实质上仅实时地图示相应阈值范围之外的参数的一个或多个指示符。

[0196] 此外,在某些实施例中,焊接系统10可检测焊炬14是否接近和/或远离焊接接头。在接近的情况下,焊接接头随接触末端到工件的距离(CTWD)与朝向参数而变化。当CTWD与朝向参数两者处于适当预定范围内(例如,各自小于3.0英寸、2.0英寸、1.5英寸、1.0英寸或0.5英寸)时,焊接系统10可认为焊炬14接近焊接接头。此外,焊炬14的控制电路52或另一装置可在CTWD和朝向沿着焊接接头实质上恒定时至少部分基于焊炬14相对于工件82的已知(例如,经过校准的)焊接接头的位置而确定工作角度、行进角度和行进速度。如可了解的是,焊炬14的位置和取向可以经由感测装置16和焊炬14的标记物474、一个或更多个惯性传感器426和/或一个或更多个麦克风429来确定。在一些实施例中,第二位置检测系统(例如,焊炬14的惯性传感器426、焊炬14的麦克风429)可仅当焊炬14位于焊接接头附近时才被激活。第二位置检测系统可当焊炬14不靠近焊接接头时被停止使用,使得感测装置16和标记物474可用于确定焊炬14在焊接环境内的位置和/或取向。此外,当焊炬14接近焊接接头时,视觉指导可显示在焊炬14上。当焊炬14接近焊接接头并且处于实况焊接模式中时,消息(例如,警告消息)可显示在显示器上,该消息指示适当焊接设备(例如,焊接头盔等)应作为旁观者的安全措施而就位。然而,外部显示器可继续在相对于焊接操作的安全距离处显示实时数据。此外,在某些实施例中,当焊炬14接近焊接接头并且处于实况焊接模式时,焊炬14的显示器可在焊接操作员致动焊炬14的扳机时改变(例如,改变为实质上空白和/或透明、改变为不会分心的视图或改变为预定图像等)。当焊炬14远离焊接接头时,致动焊炬14的扳机将不会执行(例如,开始)测试运行。此外,当焊炬14远离焊接接头时,致动焊炬14在非实况焊接模式中将没有任何效果,并且可在实况焊接模式中进给焊丝而不开始测试运行。

[0197] 图35是用于使用至少四个标记物而在焊接系统10中追踪焊炬14的方法512的实施例。一个或更多个相机(例如,感测系统16的一个或更多个相机)用于检测焊炬14的标记物(方框514)。如上文所论述,标记物可以是反射性标记物(例如,回射体)和/或发光标记物。此外,标记物可包含四个或更多个标记物以便于确定焊炬14的准确位置和/或取向。计算机18的一个或更多个处理器20(或其它处理器)可与感测系统16一起使用,以基于所检测的标记物来追踪焊炬14的位置和/或焊炬14的取向(方框516)。如果一个或更多个相机不能够检测标记物中的一个或更多个,那么一个或更多个处理器20(或控制电路,例如,控制电路52)

可被配置成在一个或多个相机不能够检测标记物时阻断实况焊接(方框518)。然而,在焊接系统10的一些实施例中,与头盔41集成的一个或多个相机可实现四个或多个标记物的检测,以便于确定焊炬14相对于焊接头盔41的准确位置和/或取向。因此,与一个或多个头盔41集成的一个或多个相机可便于针对焊接工艺而检测焊炬14的位置和/或取向,若非如此,从被安装到支架12的相机来看一个或多个标记物是不可见的。如可了解的是,焊接头盔41在焊接环境中的位置和/或取向可以按照与上文所述标记物可被观察到的焊炬14类似的方式经由焊接系统10的一个或多个感测装置16来确定。在一些实施例中,焊炬14的显示器62可被配置成在一个或多个相机不能够检测焊炬14的标记物时显示消息,该消息指示未检测到标记物(方框520)。因此,如果焊炬14不能够由感测系统16追踪,那么可阻断使用焊炬14进行实况焊接。

[0198] 焊接系统10的一些实施例可在标记物474中的一个或多个被遮挡并且不被检测到的时段期间在焊接环境中追踪焊炬14。一些实施例可利用位置检测系统,该位置检测系统直接地观察焊炬14的一部分而不需要标记物474。此外,焊接系统10可包括各种类型(例如,基于视线(即,红外、可见光或声学)、基于电磁辐射、基于射频信号、基于惯性)的位置检测系统中的一种或更多种,所述位置检测系统可独立地或组合地使用以便于追踪焊炬14相对于工件82的位置、取向和/或移动。在一些实施例中,焊接系统10的控制电路(例如,计算机18)可独立地存储来自每个位置检测系统的输出,从而便于相应输出的单独分析和/或加权以确定焊炬在焊接环境中的位置和取向。例如,来自不同位置检测系统的输出可以基于输出的精度、输出的可靠性、相应位置检测系统的校准或其任何组合来加权。如上所述,焊接系统10可至少部分基于来自焊炬14的一个或多个惯性传感器426(例如,加速度计、陀螺仪)的反馈来追踪焊炬14的位置和/或取向。此外,具有局部定位系统的信标以及处于焊炬14上的一个或多个麦克风429的焊接系统10的实施例可在焊炬14的一些部分(例如,标记物)从一些感测装置16(例如,相机)的视线来看不可见时,确定焊炬14在焊接环境内的位置。因此,在控制电路52可用其它方式确定焊炬14在焊接环境内的位置的间隔期间,方法512的方框518(在未检测到标记物时阻断实况焊接)可以是可选的。作为附加或替代,当焊炬14不具有如上所述的标记物474,时,焊接系统10可追踪在焊接环境中的焊炬14。因此,在一些实施例中,当未检测到标记物或标记物不存在于焊炬14上时,控制电路52允许进行实况焊接。

[0199] 图36是用于检测处理器20(或任一其它处理器)与焊炬14通信的能力的方法522的实施例。焊炬14被配置成检测来自处理器20的信号(方框524)。信号是以预定间隔从处理器20提供给焊炬14。在某些实施例中,信号可以是以预定间隔从处理器20提供给焊炬14的脉冲信号。此外,信号被提供给焊炬14,以使得焊炬14能够确定焊炬14能够与处理器20通信。如果焊炬14在预定间隔内未从处理器20接收到信号,那么控制电路52(或另一装置的控制电路)被配置成当未检测到信号时阻断使用焊炬14进行实况焊接(方框526)。此外,显示器62可被配置成当实况焊接被阻断时显示消息,该消息指示未检测到来自处理器20的信号(方框528)。因此,焊炬14可检测处理器20与焊炬14通信的能力。

[0200] 图37是可与焊接系统10一起使用的用于校准弯曲焊接接头的方法530的实施例。一个或多个相机(例如,感测系统16的一个或多个相机)用于检测弯曲焊接接头的第一位置(例如,第一校准点)(方框532)。例如,校准工具和/或焊炬14可用于向一个或多个相

机识别弯曲焊接接头的第二位置(例如,通过将校准工具和/或焊炬14的末端触碰到第一位置)。此外,一个或多个相机可用于追踪校准工具和/或焊炬14以确定校准工具和/或焊炬14的位置和/或取向,以用于检测弯曲焊接接头的第二位置。

[0201] 此外,一个或多个相机用于检测弯曲焊接接头的第二位置(例如,第二校准点)(方框534)。例如,校准工具和/或焊炬14可用于向一个或多个相机识别弯曲焊接接头的第二位置。此外,一个或多个相机可用于追踪校准工具和/或焊炬14以确定校准工具和/或焊炬14的位置和/或取向,以用于检测弯曲焊接接头的第二位置。此外,一个或多个相机用于检测弯曲焊接接头的第二位置与第一位置之间的弯曲焊接接头的弯曲部分(方框536)。例如,校准工具和/或焊炬14可用于识别在弯曲焊接接头的第二位置与第一位置之间的弯曲焊接接头。此外,一个或多个相机可用于追踪校准工具和/或焊炬14以确定校准工具和/或焊炬14的位置和/或取向,以用于检测弯曲焊接接头的弯曲部分。如可了解的是,在操作期间,可检测第一位置,接着可检测弯曲焊接接头,并接着可检测第二位置。然而,可按任何适当次序发生对第一位置、第二位置和弯曲焊接接头的检测。在某些实施例中,可存储弯曲焊接接头的弯曲部分的表示,以通过比较焊接操作期间焊炬14的位置和/或取向与所存储的弯曲焊接接头的弯曲部分的表示而确定焊接操作的质量。如可了解的是,在某些实施例中,焊接操作可以是多行程焊接操作。

[0202] 此外,对一些接头的校准,例如,对圆形焊接接头(例如,管道接头)的校准可以通过使校准工具触碰到圆形焊接接头的圆周周围的三个不同点来执行。圆形焊接接头的路径可接着通过计算与所有三个点相交的最佳拟合圆来确定。圆形焊接接头的路径可被存储并用于评估训练焊接的焊接参数。针对较复杂的几何机构,校准工具和/或焊炬14可沿着整个接头拖动以便向系统指示接头,以使得所有参数可被计算。

[0203] 在一些实施例中,可与焊接系统10一起使用的用于校准弯曲焊接接头的方法530可不利用焊炬14或校准工具来确定焊接接头的路径。也就是说,控制电路52可利用相机(例如,感测系统16的一个或多个相机)所捕获的一个或多个图像以检测焊接接头的第二位置(方框532)、第一位置(方框534)和弯曲部分(方框536)。作为附加或替代,控制电路52可利用一个或多个发射器(例如,发射器105、109)而将可见图案(例如,栅格、点域)发射到工件82和焊接接头上。被配置成检测可见图案的相机可基于可见图案在工件82和焊接接头上的形状和取向的特定特征而确定工件82的形状和/或焊接接头的路径。控制电路52可利用应用到一个或多个所捕获的图像或可见图案的物体辨识算法(例如,边缘检测)来确定焊接接头和/或工件82的形状。操作员可提供输入以辅助物体辨识,例如,选择接头的类型(例如,对焊、T形焊、搭焊、角焊、边缘焊)和/或工件82的形状(例如,平坦、管状、弯曲)。

[0204] 图38是弯曲焊接接头538的实施例的图。此弯曲焊接接头538可使用图37所述的方法530来校准。弯曲焊接接头538位于工件540上。具体来说,弯曲焊接接头538包含第二位置542、第一位置544和弯曲部分546。使用方法530,可确定和/或存储弯曲焊接接头538的形状以评估对弯曲焊接接头538执行焊接操作的焊接操作员。

[0205] 图39是具有弯曲焊接接头541的复杂形状工件539的实施例的图。弯曲焊接接头541可以经由(例如,在弯曲焊接接头541附近)添加到工件539的标记物543来校准。标记工具545可将标记物543涂覆到工件539。标记工具545可为具有把手557的手动标记工具545。标记物543可包含(但不限于)经由标记工具545涂覆到工件539的油漆、油墨、颜料、贴纸(例

如,胶带)或反射体。操作员可使标记工具545的标记轮547沿着弯曲焊接接头541滚动,从而将标记物543沉积(例如,转移)在工件539上以在实况焊接会话期间使用。例如,标记轮547上的一个或更多个涂覆器549可将标记物543涂覆到工件539。在一些实施例中,标记物543(例如,油漆、油墨、颜料)在沿着焊接接头541执行焊接结束之后可从工件539移除。也就是说,标记物543可从工件539洗掉或擦掉。一个或更多个涂覆器549布置于标记工具545周围以便于沿着工件的路径以重复图案布置一个或更多个标记物。例如,一个或更多个涂覆器539可布置于标记轮547的圆周551周围,使得一个或更多个标记物543的一个周期的图案针对标记轮547的每次旋转被涂覆到工件。在一些实施例中,涂覆器549配置成随着每个涂覆器549与工件539相互作用而涂覆来自标记工具545的贮存器的油漆(例如,反射性油漆、荧光油漆)。此外,涂覆器549可为存储油漆或油墨的吸附性材料。

[0206] 位于支架12上和/或与焊接系统10的头盔41集成的感测装置16的相机可检测标记物543。焊接系统10的控制电路可确定复杂形状工件539的形状,和/或焊接系统10可至少部分基于所检测的标记物543而沿着弯曲焊接接头541确定焊接路径。可存储复杂形状工件539的形状和/或弯曲焊接接头541的焊接路径以评估对弯曲焊接接头541执行焊接操作的焊接操作员。虽然图39所示的标记物543是不连续的,但标记物543的一些实施例沿着弯曲焊接接头541可以是连续的。

[0207] 如可了解的是,一个或更多个标记物543的实施例可包括各种几何形状、曲线、直线、图片、文字、标志或其任何组合。图72至图75图示了标记物543的实施例,标记物543可由标记工具545涂覆到工件539。图72至图75各自图示了具有已知性质(例如,长度561、宽度563、方向565、形状、半径)的标记物543的相应实施例。在一些实施例中,标记物543关于方向565为非对称的(例如,图73至图75的标记物),关于横向方向593为非对称的(例如,图72的标记物),或关于方向565和593两者均为非对称的。例如,图75的标志标记物实施例包括对应于工具制造商和/或销售商的图片和文字。在一些实施例中,每个标记物543具有端点567,端点567标出相应标记物543的始点和/或终点。此外,标记物543的特征(例如,箭头569、文字方向、独特部分)可便于标记物543的已知性质与由感测装置16(例如,相机)所捕获的图像的对应。在一些实施例中,每个标记物543的周期包括一个或更多个无标记长度555(例如,间隙),如由靠近图39的接头541的虚线标记物543所示。如下文讨论,所观察到的标记物543的图案的性质与标记物543的已知性质的比较便于确定具有标记物543的图案的工件部件的形状和确定工件部件之间的焊接接头541。在一些实施例中,标记物543的图案可以是具有已知性质(例如,长度、宽度)的连续线。

[0208] 图76图示了焊接系统的实施例,其中工件部件569、571沿着焊接接头573进行接合。如本文讨论,术语“工件”包括待焊接在一起的单独件(例如,第一部件569、第二部件571)的实施例。第一部件569的第一表面575具有可由相机579观察到的标记物543的第一图案577(例如,三角形)。如可了解的是,相机579可以是感测装置16的相机,诸如耦接至焊接头盔41和/或与之集成的相机579。在一些实施例中,相机579耦接到焊炬14。所捕获的标记物543的第一图案577的图像可用于确定第一表面575的平面。所观察到的第一图案577的标记物543的性质(例如,标记物长度、标记物宽度、标记物半径)与标记物543的已知性质的比较可用于确定标记物543相对于相机579的位置(例如,径向距离、高度、方位角)。在一些实施例中,标记物543的已知性质可包括沿着标记物长度的每个点的标记物宽度。所观察到的

某个点的标记物宽度与该点处的已知标记物宽度的比较可便于确定相应标记物543相对于相机579的位置和/或取向。第一图案577的多个标记物(或标记物内的点)的确定的位置可便于第一表面575的平面的确定。以类似方式,在第二部件571的第二表面583上捕获的标记物543的第二图案581的图像可便于第二表面583的平面的确定。然后,接头573的位置则可以被确定为所确定的第一表面575的平面与所确定的第二表面583的平面的交汇处。虽然第一图案577和第二图案581的实施例各自具有多个(例如,三个)完全长度的相邻标记物543,但是可以了解的是,具有标记物543的周期的一些部分的标记物543的图案可用于确定接头573的平面和位置。此外,标记物543的位置、表面573和583的平面以及接头573的位置可以通过由计算机18执行一种或更多种算法来确定。

[0209] 在一些实施例中,部件和接头573的相应表面可通过将标记物543的所观察性质与标记物543的已知性质相比较来确定。例如,计算机18可通过将所观察到的第一标记物585的长度和宽度与第一标记物585的已知长度561和宽度563相比较来确定第一标记物585的位置。计算机18还可确定第一标记物585的方向565,从而使计算机18能够估算相邻第二标记物587的位置。也就是说,涂覆到工件部件的图案(例如,第一图案577)的标记物543可在相对于接头573的几乎任何取向(例如,平行、垂直、歪斜取向)上由相机579检测到。所观察到的第二标记物587的性质与所估算或所观察到的第二标记物587的性质的比较可便于确定第一表面575的形状。例如,对于涂覆到平面部件(例如,第一表面575)的第一图案577的多个标记物543所观察到的差异可辨别地不同于对涂覆到弯曲(例如,圆形)部件591的第三图案589的多个标记物543所观察到的差异。所观察到的多个标记物543的性质相对于多个标记物543的已知性质之间的差异(例如,变形)可用于确定标记物543在工件的表面上的位置和/或取向。此外,所观察到的相同表面上的重复图案内的多个标记物543的性质之间的差异(例如,变形)可用于确定工件的形状。

[0210] 图40是用于追踪多行程焊接操作的方法548的实施例。一个或更多个相机(例如,感测系统16的一个或更多个相机)用于在多行程焊接操作期间沿着焊接接头检测焊炬14的第一行程(方框550)。此外,一个或更多个相机用于在多行程焊接操作期间沿着焊接接头检测焊炬14的第二行程(方框552)。此外,一个或更多个相机用于在多行程焊接操作期间沿着焊接接头检测焊炬14的第三行程(方框554)。控制电路52(或另一装置的控制电路)可被配置成将第一行程、第二行程和/或第三行程的表示一起作为用于确定多行程焊接操作的质量的单个焊接操作来存储。如可了解的是,多行程焊接操作可以是实况焊接操作、训练焊接操作、虚拟现实焊接操作和/或增强现实焊接操作。

[0211] 图41是焊接支架12的实施例的立体图。焊接支架12包含由支腿90支撑的焊接表面88。此外,焊接表面88包含一个或更多个狭槽91以便于将工件定位在焊接表面88上。此外,焊接表面88包含延伸穿过焊接表面88的多个孔556(例如,孔口或开口)。孔556可用于使感测装置16能够确定焊接表面88的位置和/或取向。具体来说,标记物可布置在孔556下方,但仍在感测装置16的视野内,以使感测装置16能够确定焊接表面88的位置和/或取向。标记物可布置在焊接表面88下方以便于较长寿命的标记物和/或阻断碎屑覆盖标记物,如关于图42而更详细地解释。

[0212] 抽屉558附接到焊接支架12以通过焊接支架12实现各种部件的存放。此外,轮560耦接到焊接支架12以便于容易地移动焊接支架12。邻近于抽屉558,校准工具固持器562和

焊炬固持器564实现校准工具和焊炬14的存放。在某些实施例中,焊接系统10可被配置成在各种时间(例如,在执行焊接操作之前)检测校准工具位于校准工具固持器562中。从焊接表面88垂直地延伸的支撑结构566用于对感测装置16和显示器32提供结构支撑。此外,托盘568耦接到支撑结构566以便于存放各种部件。

[0213] 保护盖102定位在显示器32上方,以阻断某些环境元素接触显示器32(例如,焊接飞溅物、烟、火花、热等)。把手570耦接到保护盖102以便于保护盖102从用于阻断某些环境元素接触显示器32的第一位置(如图示)旋转到远离显示器32的第二升起位置,如箭头572所图示。第二位置未被配置成阻断环境元素接触显示器32。在某些实施例中,保护盖102可由锁舌装置、减震器(shock)、致动器、止挡等固持在第一位置和/或第二位置中。

[0214] 开关573用于检测保护盖102处于第一位置中还是处于第二位置中。此外,开关573可耦接到控制电路52(或另一装置的控制电路)并被配置成检测保护盖102处于第一位置中还是处于第二位置中并且在开关573检测到保护盖102处于第一位置和/或第二位置中时阻断或允许各种操作(例如,实况焊接、辅助电力等)。例如,如果开关573检测到保护盖102处于第二位置中(例如,未适当地覆盖显示器32),那么控制电路52可阻断实况焊接和/或模拟焊接(在保护盖102处于第二位置中的情况下,感测装置16可能无法准确地检测标记物)。作为另一实例,如果开关573检测到保护盖102处于第二位置中,那么焊接支架12的控制电路可阻断被提供给焊接支架12的插座574的电力的可用性。在某些实施例中,显示器32可展示保护盖102处于第一位置和/或第二位置中的指示。例如,当保护盖102处于第二位置中时,显示器32可将实况焊接和/或插座574处的电力不可用的指示提供给焊接操作员。焊接支架12包含扬声器575以使得能够使用焊接支架12将音频反馈提供给焊接操作员。此外,在某些实施例中,如果焊炬14的扳机在保护盖102处于第二位置中时被致动,那么焊接系统10可将视觉和/或音频反馈提供给操作员(例如,焊接系统10可提供视觉消息和可听见的音效)。

[0215] 如图示,支撑结构566包含第一臂576和第二臂578。第一臂576和第二臂578可围绕支撑结构566而旋转,以使第一臂576和第二臂578能够定位在所选择的高度处以进行垂直焊和/或仰焊。在所图示的实施例中,第一臂576和第二臂578可相对于彼此独立地(例如,分开地)旋转,以使得第一臂576可定位在第一垂直位置处,而第二臂578可定位在不同于第一垂直位置的第二垂直位置处。在其它实施例中,第一臂576和第二臂578被配置成一起旋转。此外,在某些实施例中,第一臂576和第二臂578可基于焊接操作员所做出的选择而独立地和/或一起地旋转。如可了解的是,在其它实施例中,臂可不耦接到支撑结构566,而是可定位在其它位置处,例如,被定位成在一个或多个前支腿上方垂直地延伸,等等。此外,在一些实施例中,结构可耦接到焊接支架12以便于焊接操作员斜靠和/或倚靠在上面(例如,斜靠杆)。

[0216] 第一臂576和第二臂578中的每一个包含减震器580(或另一支撑装置),其中减震器580便于将第一臂576和第二臂578固持在所选择的垂直位置中。此外,第一臂576和第二臂578中的每一个包含制动系统582,其中制动系统582被配置成将第一臂576和第二臂578各自锁定在所选择的位置中。在某些实施例中,制动系统582通过将力施加到把手、开关、踏板和/或另一装置而解锁。

[0217] 工件82耦接到第二臂578以进行仰焊和/或垂直焊。此外,第一臂576包含焊板108以用于仰焊、水平焊和/或垂直焊。如可了解的是,工件82、焊板108和/或用于固持焊板108

的夹具可包含多个标记物(例如,反射性的和/或发光的),以便于由感测装置16追踪。例如,在某些实施例中,工件82、焊板108和/或夹具可包括在一个表面上(例如,在一个平面内)的三个标记物,以及在另一表面上(例如,在不同平面内)的第四标记物以便于由感测装置16追踪。如图示,制动释放器584附接到第一臂576和第二臂578中的每一个以用于解锁每一制动系统582。在某些实施例中,牵拉链可从每一制动释放器584向下延伸,以便于例如在第一臂576和第二臂578的制动释放器584在垂直方向上位于焊接操作员能够到的范围之上时,解锁和/或降低第一臂576和第二臂578。因此,焊接操作员可拉动牵拉链的把手以解锁制动系统582和/或降低第一臂576和第二臂578。

[0218] 如图示,第二臂578包含用于将工件82耦接到第二臂578的夹持组件588。此外,夹持组件588包含用于调整、收紧、固定和/或松开夹具以及夹持组件588的其它部分的多个T形把手590。在某些实施例中,第一臂576还可包含用于调整、收紧、固定和/或松开焊板108的各种T形把手590。如可了解的是,夹持组件588可包含多个标记物(例如,反射性的和/或发光的)以便于由感测装置16追踪。例如,在某些实施例中,夹持组件588可包含在一个表面上(例如,在一个平面内)的三个标记物,以及在另一表面上(例如,在不同平面内)的第四标记物以便于由感测装置16追踪。应注意,焊接系统10可在第一臂576和第二臂578中的一者或两者上包含夹持组件588。

[0219] 感测装置16包含可移除盖592,其中可移除盖592设置在感测装置16的一个或多个相机前方以阻断环境元素(例如,飞溅物、烟、热等)或其它物体接触感测装置16。可移除盖592设置在狭槽594中,其中狭槽594被配置成将可移除盖592固持在感测装置16前方。在某些实施例中,可移除盖592可被插入、移除和/或替换,而无需使用工具。如下文详细地解释,可移除盖592可按一定角度设置在感测装置16前方以便于红外光穿过其中。

[0220] 如图示,连杆组件596可耦接在第一臂576和/或第二臂578与感测装置16之间以便于感测装置16随着第一臂576和/或第二臂578旋转而旋转。因此,随着第一臂576和/或第二臂578旋转,感测装置16还可旋转以使得感测装置16的一个或多个相机被定位成追踪所选择的焊接表面。例如,如果第一臂576和/或第二臂578定位在降低的位置中,那么感测装置16可被配置成追踪在焊接表面88上发生的焊接操作。另一方面,如果第一臂576和/或第二臂578定位在上升的位置中,那么感测装置16可被配置成追踪垂直焊操作、水平焊操作和/或仰焊操作。在一些实施例中,第一臂576和/或第二臂578以及感测装置16可以不是机械联系的,但第一臂576和/或第二臂578的旋转仍可便于感测装置16的旋转。例如,第一臂576和/或第二臂578上的标记物可由感测装置16检测,并且感测装置16可基于第一臂576和/或第二臂578的所感测的位置来移动(例如,使用电动机)。

[0221] 在一些实施例中,第一臂576和/或第二臂578的移动可至少部分使相对于训练支架12的部件对感测装置16的先前校准无效。例如,在通过训练支架12的主要(例如,水平)焊接表面88来校准感测装置16之后,第一臂576和第二臂578的后续移动可至少部分基于感测装置16的移动使得对主焊接表面88的校准无效。因此,在操作员执行利用第一臂576和/或第二臂578的焊接会话之后,感测装置16可通过主焊接表面88来重新校准。在一些实施例中,当将要基于所检测到的感测装置16相对于焊接表面88的移动来重新校准感测装置16时,计算机经由显示器32和/或可听见的通知来通知操作员。作为附加或替代,当感测装置16将要被重新校准时,焊炬14的显示器62可通知操作员。

[0222] 图42是图41的焊接支架12的焊接表面88的实施例的横截面图。如图示,焊接表面88包含贯穿焊接表面88在焊接表面88的上平面597与焊接表面88的下平面598之间延伸的多个孔556。托架599被定位在每一孔556下方。托架599可使用任何适当紧固件或固定构件而耦接到焊接表面88。在所图示的实施例中,托架599使用紧固件600(例如,螺栓、螺钉等)而耦接到焊接表面88。在其它实施例中,托架599可焊接、粘合或以其它方式固定到焊接表面88。此外,在某些实施例中,托架599可安装到焊接支架12的侧边,而不是焊接表面88。标记物602耦接到托架599并垂直地定位在孔556下方,但标记物602相对于孔556水平地错开以阻断灰尘和/或飞溅物接触标记物602,并使感测装置16能够感测标记物602。在一些实施例中,标记物602可定位在孔556内和/或任何位置处,以使得运动追踪系统定位在上平面597的一侧上,并且标记物602定位在上平面597的相对侧上。如可了解的是,标记物602可以是光反射性的和/或发光的(例如,LED64)。例如,在某些实施例中,标记物602可由反光胶带和/或回射体形成。在一些实施例中,标记物602可以是球形标记物。因此,感测装置16可检测标记物602以确定焊接表面88的位置和/或取向。

[0223] 图43是具有可移除盖592的感测装置16的实施例的横截面图。如图示,可移除盖592设置在狭槽594中。感测装置16包含相机604(例如,红外相机),其中相机604在相机604具有透镜606的一侧上具有面605。可移除盖592被配置成使红外光能够穿过其中,并阻断环境元素(例如,飞溅物、烟、热等)或其它物体接触相机604的透镜606。如可了解的是,相机604可包含被配置成发射红外光的一个或更多个红外发射器607。如果可移除盖592直接定位在面605之前,那么来自红外发射器607的大量红外光可被可移除盖592反射向相机604的透镜606。因此,可移除盖592相对于相机604的面605以角度608定位,以引导大部分的红外光使其不会向着透镜606反射。具体来说,在某些实施例中,可移除盖592可相对于相机604的面605以约10度到60度之间的角度608定位。此外,在其它实施例中,可移除盖592可相对于相机604的面605以约40度到50度之间(例如,约45度)的角度608定位。可移除盖592可由任何适当光透射性材料制成。例如,在某些实施例中,可移除盖592可由聚合物材料或任何其它适当材料制成。

[0224] 图44是校准工具610的实施例的立体图。如可了解的是,校准工具610可用于校准工件、工作表面、焊接接头等以进行焊接操作。校准工具610包含把手612以便于握住校准工具610。此外,校准工具610被配置成由感测装置16检测,以确定校准工具610的末端614所接触的空间位置。在某些实施例中,耦接到感测装置16的计算机18可被配置成仅通过使末端614接触具体表面来确定校准点。在其它实施例中,计算机18被配置成通过焊接操作员提供指示末端614正接触校准点的输入来确定校准点。此外,在所图示的实施例中,计算机18被配置成当向下的力经由把手而施加到校准工具610时通过使末端614接触校准点来检测校准点。向下的力引导两个邻近标记物之间的距离以使其减小到预定阈值以下,因此指示所选择的校准点。感测装置16被配置成检测两个邻近标记物之间的距离的改变,并且计算机18被配置成使用距离的改变来识别校准点。

[0225] 把手612耦接到光透射性盖616。此外,垫圈618耦接到光透射性盖616的一端,而端帽620耦接到光透射性盖616的相对端。在操作期间,随着使用把手612将向下的力施加到校准工具610,末端613与垫圈618之间的距离622减小。

[0226] 图45是图43的校准工具610的实施例的立体图,其中外盖616被移除。校准工具610

包含具有第一轴626的第一部分624。此外,第一轴626在一端上包含末端614并在相对端上包含轴承628(或安装结构)。在某些实施例中,轴承628具有被配置成装配在焊炬14的接触末端周围的杯状结构。此外,第一轴626包含与其耦接的第一标记物630和第二标记物632。校准工具610还包含具有第二轴636的第二部分634,其中第二轴636具有与其耦接的第三标记物638。弹簧640在第三标记物638与轴承628之间设置在第二轴636周围。如可了解的是,弹簧640便于第三标记物638朝向第二标记物632被引导。例如,随着使用把手612将向下的力施加到校准工具610,弹簧640被压缩以减小第二标记物632与第三标记物638之间的第一距离642。相比之下,随着从校准工具610移除向下的力,弹簧640被释放以增大第二标记物632与第三标记物638之间的第一距离642。第一标记物630与第二标记物632之间的第二距离644是固定的,并且第一标记物630与末端614之间的第三距离646也是固定的。

[0227] 在某些实施例中,焊接系统10使用校准工具610以使用预定算法来检测校准点。例如,测量末端614与最接近末端614的标记物(例如,第一标记物630)之间的第三距离646。将第三距离646存储在存储器中。测量两个固定标记物(例如,第一标记物630与第二标记物632)之间的第二距离644。也将第二距离644存储在存储器中。此外,测量在弹簧640设置在标记物(例如,第二标记物632与第三标记物638)之间的情况下所述标记物之间的经压缩的距离。使用两个固定标记物的x、y、z位置而计算两个固定标记物之间的线。使用该线以沿着此线投影出一向量,该向量具有从最接近末端614的第一标记物630开始延伸第三距离646的长度。向量的方向可被选择成远离被压缩的标记物。因此,末端的三维位置可使用标记物来计算。在一些实施例中,仅两个标记物可由校准工具610使用。在这些实施例中,假设最接近末端614的标记物是最接近工作表面(例如,工作台或夹具)的标记物。虽然在所图示的实施例中,校准工具610使用压缩以指示校准点,但校准工具610可按照任何适当方式指示校准点,例如,通过露出标记物、覆盖标记物、接通LED(例如,IR LED)、切断LED(例如,IR LED)、启用和/或停用到计算机的无线传输,等等。

[0228] 如图示,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638是球形的;然而,在其它实施例中,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638可以是任何适当形状。此外,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638具有反射性外表面和/或包含发光装置。因此,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638可由感测装置16检测。因此,感测装置16被配置成检测第一距离642、第二距离644和第三距离646。随着第一距离642减小到预定阈值以下,计算机18被配置成识别校准点。如可了解的是,第一距离642、第二距离644和第三距离646全部是不同的,以使感测装置16和/或计算机18能够使用第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638的位置来确定末端614的位置。

[0229] 为了校准工件,工件可首先被夹紧到焊接表面88。在工件被夹紧到焊接表面88之后,焊接操作员可将输入提供给焊接系统10以表示工件准备好被校准。在某些实施例中,用于将工件固定到焊接表面88的夹具可包含便于焊接系统10检测到工件被夹紧到焊接表面88的标记物。在焊接系统10接收到工件被夹紧到焊接表面88的指示之后,焊接操作员使用校准工具610以识别工件82上的两个校准点。当固定工件的夹持组件588具有标记物(例如,视觉标记物802)时,接头校准工具610的测量可以是相对于夹持组件588的标记物而进行的。因此,计算机18可基于夹具标记物的识别在接头已被校准之后补偿工件82和/或夹持组件588的移动。具体来说,在所图示的实施例中,焊接操作员将末端614触碰到第一校准点,

并使用把手612施加向下的力,直到焊接系统10检测到邻近标记物之间的距离的充分改变为止,因此指示第一校准点。此外,焊接操作员将末端614触碰到第二校准点,并使用把手612施加向下的力,直到焊接系统10检测到邻近标记物之间的距离的充分改变为止,因此指示第二校准点。在某些实施例中,如果校准工具610被按压并保持在校准点持续预定的一段时间(例如,0.1秒、0.3秒、0.5秒、1.0秒、2.0秒等),那么焊接系统10将仅检测校准点。焊接系统10可被配置成在该预定的一段时间内捕获多个校准点(例如,50个、100个等),并将其一起求平均。如果检测到大于预定阈值的多个校准点的移动,那么校准可被否决并重做。此外,如果成功校准了第一点,那么第二点可能需要是离开第一点的最小距离(例如,2英寸、4英寸、6英寸等)。如果第二点不是离开第一点的最小距离,那么对第二点的校准可被否决并重做。焊接系统10使用这两个校准点来校准工件。

[0230] 在某些实施例中,焊接系统10可确定第一校准点与第二校准点之间的虚拟线。该虚拟线可以无限长,并延伸超出第一校准点和第二校准点。虚拟线表示焊接接头。各种焊接参数(例如,工作角度、行进角度、接触末端到工件的距离(CTWD)、朝向、行进速度等)可参照此虚拟线。因此,对于计算各种焊接参数来说,虚拟线可能是重要的。

[0231] 应注意,在某些实施例中,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638全部垂直地设置在把手612上方,而在其它实施例中,第一标记物630、第二标记物632和第三标记物638中的一个或更多个垂直地设置在把手612下方,以实现两个邻近标记物之间的较大距离。在某些实施例中,第一部分624可从校准工具610移除,并耦接到焊炬14的接触末端以用于校准焊炬14。如可了解的是,校准工具610的末端614可以是任何适当形状。图46到图48图示末端614可能具有的形状的几个实施例。

[0232] 具体来说,图46是校准工具610的尖末端648的实施例的侧视图。使用尖末端648,校准工具610可用于校准工件82上的各种接头,例如,所图示的角焊接头、搭焊接头、不具有根部开口的对焊接头等。此外,图47是校准工具610的圆末端650的实施例的侧视图。使用圆末端650,校准工具610可用于校准工件82上的各种接头,例如,所图示的角焊接头、具有根部开口的对焊接头、搭焊接头等。此外,图48是校准工具610的具有较小尖末端652的圆末端650的实施例的侧视图。在圆末端650的端部上使用较小尖末端652,校准工具610可用于校准工件82上的各种接头,例如,所图示的不具有根部开口的对焊接头、填充接头、搭焊接头等。在某些实施例中,校准工具610的末端可以是可移除的和/或正反两用的,以使得末端包含两种不同类型的末端(例如,在每一相对端上具有一种类型的末端)。因此,焊接操作员可选择校准工具610所使用的末端的类型。在某些实施例中,如果校准工具610是正反两用的,那么一个或更多个标记物可耦接到校准工具610。一个或更多个标记物可用于指示末端的哪一侧正被使用,以使得焊接系统10可使用适当的标记物到末端的距离来进行校准计算。

[0233] 图49是用于检测校准点的方法654的实施例。感测装置16(或焊接系统10的另一部件)检测校准工具610的第一标记物、校准工具610的第二标记物和/或校准工具610的第三标记物(方框656)。此外,焊接系统10确定第一标记物与第二标记物之间的第一距离和/或第二标记物与第三标记物之间的第二距离(方框658)。此外,焊接系统10检测第一距离或第二距离是否处于预定距离范围(例如,表示所压缩的距离)内(方框660)。

[0234] 如果第一距离或第二距离处于预定距离范围(例如,表示所压缩的距离)内,那么焊接系统10确定校准点的位置(方框662)。此外,焊接系统10确定校准工具610的校准末端

相对于第一标记物、第二标记物和第三标记物中的至少一个的位置以确定校准点的空间位置(方框664)。

[0235] 图50是用于基于焊接路径来确定焊接得分的方法666的实施例。因此,方法666可用于评估焊接操作。感测装置16(或任何适当运动追踪系统)检测焊接操作的起始位置(方框668)。此外,感测装置16检测焊接操作的终止位置(方框670)。此外,感测装置16检测焊接操作在起始位置与终止位置之间的空间路径(方框672)。例如,感测装置16追踪焊接操作的位置和/或取向。焊接系统10至少部分基于焊接操作的空间路径来确定焊接操作的得分(例如,焊接操作是否基于焊接操作的空间路径而得到及格分数)(方框674)。例如,在某些实施例中,焊接操作的空间路径可单独用于确定焊接得分是否不及格。在一些实施例中,感测装置16可用于检测对应于起始位置的校准点和/或对应于终止位置的校准点。

[0236] 例如,在某些实施例中,焊接系统10通过如下方式来确定焊接操作是否得到及格分数:确定焊接操作的路径的距离是否大于预定下限阈值、焊接操作的路径的距离是否小于预定下限阈值、焊接操作的路径的距离是否大于预定上限阈值、焊接操作的路径的距离是否小于预定上限阈值、焊接操作的路径是否实质上偏离焊接操作的预定路径、焊接操作的路径是否指示沿着焊接接头在单个位置处发生多焊接行程、沿着焊接操作的路径的焊接的时间是否大于预定下限阈值,沿着焊接操作的路径的焊接的时间是否小于预定下限阈值、沿着焊接操作的路径的焊接的时间是否大于预定上限阈值和/或沿着焊接操作的路径的焊接的时间是否小于预定上限阈值。

[0237] 此外,在一些实施例中,为了使焊接系统10确定得分,焊接系统10可不理睬路径的邻近于起始位置的第一部分以及路径的邻近于终止位置的第二部分。例如,路径的第一部分和路径的第二部分可包含约0.5英寸的距离。此外,在其它实施例中,路径的第一部分和路径的第二部分可包含在约0.5秒的时间期间形成的路径的部分。

[0238] 图51是用于使用焊炬14的用户接口而在焊接模式之间转变的方法676的实施例。焊炬14的控制电路52(或另一装置的控制电路)检测由焊炬14的用户接口产生的信号,其中所述信号指示对改变焊接模式(例如,焊接训练模式)的请求(方框678)。此外,控制电路52确定信号被检测到的持续时间(方框680)。控制电路52被配置成如果信号被检测到的持续时间大于预定阈值,那么将焊接模式从模拟模式(例如,虚拟现实模式、增强现实模式等)改变为实况焊接模式(方框682)。相反地,控制电路52被配置成仅在信号被检测到的情况下,将焊接模式从实况焊接模式改变为模拟模式(例如,在从实况焊接模式作出转变之前检测到信号是没有持续时间的)(方框684)。控制电路52被配置成引导焊炬14在改变为实况焊接模式之后振动(方框686)。例如,控制电路52可被配置成引导焊炬14振动两次或更多次(例如,振动脉冲)以指示改变至实况焊接模式。

[0239] 此外,控制电路52可被配置成引导焊炬14振动任何适当次数(例如,预定次数)以指示改变至实况焊接模式。如可了解的是,指示对改变焊接模式的请求的信号可以通过按压焊炬14的用户接口上的按钮而产生。因此,焊接模式可通过按压并释放按钮(例如,按钮不需要保持按下持续预定的一段时间)而从实况焊接模式改变。相比之下,焊接模式可通过将按钮按压并保持预定的一段时间而从模拟模式改变为实况焊接模式。在某些实施例中,可听见的声音可在改变焊接模式之后产生。此外,在一些实施例中,可听见的声音和振动可伴随焊接模式之间的任何改变。此外,焊炬14的显示器可在改变焊接模式之后展示焊接模

式。在一些实施例中,显示器可使焊接模式在显示器上闪烁预定次数。

[0240] 图52是远程训练系统(例如,头盔式训练系统41)的实施例的框图。在一些实施例中,头盔式训练系统41便于获取焊接工艺的焊接参数(例如,工作角度、行进角度、接触末端到工件的距离、焊炬行进速度、焊炬取向、焊炬位置、焊炬相对于工件的接头的朝向等)和/或电弧参数(例如,焊接电压、焊接电流、送丝速度),而不需要利用上文所述的支架12。如可了解的是,操作员在焊接期间利用头盔,并且头盔式训练系统41将一个或多个感测装置16(例如,发射器、接收器)整合到头盔中。头盔41的各种实施例可纳入有计算机18(例如,作为控制器)、经由线路连接而耦接到计算机18或经由无线连接而耦接到计算机。在一些实施例中,头盔式训练系统41利用目镜700以在焊接工艺期间保护操作员不受电弧影响。在一些实施例中,显示器32设置在头盔式训练系统41内,以使得操作员可在预备焊接工艺时或在焊接工艺期间查看显示器32和目镜700。显示器32可以是至少部分与操作员透过头盔式训练系统41的视野重叠的平视显示器。如可了解的是,焊接软件可利用设置在头盔式训练系统41内的显示器32,以按照与上文关于处于头盔41外部的显示器32所述类似的方式将信息呈现给操作员。例如,头盔41的显示器32可展示一个或多个电弧参数、一个或多个焊接参数或其任何组合的视觉表示(例如,数字、文字、颜色、箭头、图形)。也就是说,头盔41的显示器32可根据所选择的焊接作业关联于焊接参数的预定阈值范围和/或目标值而显示焊接参数的视觉表示。在一些实施例中,显示器32可类似于上文关于图34所述的焊炬14的显示器62而关联于阈值展示焊接参数或电弧参数的图形表示。此外,头盔41的显示器32可在使用头盔41的操作员执行焊接会话(例如,焊接作业)之前、期间或之后展示一个或多个参数(例如,电弧参数、焊接参数)。

[0241] 头盔式训练系统41利用一个或多个集成感测装置16以从对焊炬14和工件82的观察来确定焊接参数。头盔式训练系统41的一个或多个感测装置16可包含一个或多个接收器702,包含(但不限于)麦克风、相机、红外接收器或其任何组合。此外,在一些实施例中,一个或多个发射器704可发射能量信号(例如,红外光、可见光、电磁波、声波),并且能量信号的反射可被一个或多个接收器702接收。在一些实施例中,焊炬14和/或工件82的基准点706(例如,标记物)是发射能量信号的有源标记物(例如,LED),如上文关于图31和图32所论述。因此,头盔式训练系统41的一个或多个接收器702可接收从有源标记物发射的能量信号。明确地说,接收器702可识别工件82、工作环境708和/或焊炬14上所设置的基准点(例如,标记物)706,并且接收器702可将对应于所识别的基准点的反馈信号发送到计算机18(例如,控制器)。如上文所论述,所识别的基准点706的布置可使感测装置16能够确定焊炬14在工作环境708中的位置和取向。计算机18(例如,控制器)可至少部分基于来自接收器702的反馈确定基准点706之间的距离并且确定焊接参数。此外,计算机18(例如,控制器)可耦接到焊接电力供应器28、送丝机30和/或焊炬14内的传感器,以确定焊接工艺的电弧参数。

[0242] 在一些实施例中,头盔式训练系统41可从所识别的基准点确定焊接系统10的部件的类型。例如,TIG焊炬的基准点不同于MIG焊炬的基准点。此外,计算机18所执行的焊接软件244可至少部分基于所确定的焊接系统10的部件的类型而控制焊接电力供应器28和/或送丝机30。例如,头盔式训练系统41可基于焊炬14的类型、工件82的焊接位置和/或工件材料而控制电弧参数(例如,焊接电压、焊接电流)。头盔式训练系统41还可基于与登记号293

相关联的操作员的经验或认证状态而控制电弧参数。例如,头盔式训练系统41可控制焊接电力供应器28以减少可供这样一类操作员选择的焊接电流:这类操作员对于在相对薄的工件上或仰焊位置中的焊接工艺的经验少于预定的经验阈值。在一些实施例中,头盔式训练系统41的一个或更多个感测装置16包含耦接到计算机18的惯性传感器709(例如,陀螺仪和加速度计)。惯性传感器709可使计算机18能够确定头盔式训练系统41在环境内的取向和相对移动。

[0243] 在一些实施例中,头盔式训练系统41包含操作员识别系统43。操作员识别系统43可利用扫描仪710(例如,指纹扫描仪、视网膜扫描仪、条形码扫描仪)或输入/输出装置712(例如,键盘、触摸屏)以从操作员接收识别信息。如上文所论述,识别信息可与操作员所特有的登记号293相关联。计算机18(例如,控制器)所接收的焊接数据可存储在存储器22或存储装置24中,如上文所论述。计算机18(例如,控制器)可将所接收并存储的焊接数据与所识别的操作员的登记号293相关联。网络装置36经由有线或无线连接而耦接到网络38以将来自头盔式训练系统41的焊接数据327存储在数据存储系统318(例如,云存储系统)中。在一些实施例中,头盔式训练系统41可在头盔式训练系统41远程(例如,在生产现场、工地)操作时将焊接数据在本地存储在计算机18的存储装置24内。头盔式训练系统41可被配置成例如在操作员在下班时或每周工作结束时将头盔式训练系统41打包时,在与网络38连接之后,将所存储的焊接数据上传到数据存储系统318(例如,云存储系统)。在一些实施例中,头盔式训练系统41的网络装置36可在操作员执行焊接会话期间和/或之后经由网络38而将焊接数据流式传输到数据存储系统318(例如,云存储系统)。

[0244] 如可了解的是,使用本文所述的系统、装置和技术,可为训练焊接操作员提供焊接系统10。焊接系统10可以是节约成本的,并且可使焊接学员能够接受高质量动手训练。虽然本文所述的焊接系统10出于训练和教学的目的可用于接收焊接数据327并将数据关联在一起,但应了解,本文所述的焊接系统10可用于监视操作员并从非训练焊接工艺获得焊接数据327。也就是说,从非训练焊接工艺获得的焊接数据可用于监视先前训练的操作员的焊接质量和/或焊接生产率。例如,焊接数据327可用于验证特定焊接工艺的焊接过程被执行。如图52所图示,多个焊接系统10可经由网络38而耦接到数据存储系统318(例如,云存储系统)。因此,数据存储系统318可从多个焊接系统10(例如,具有训练支架12的系统、头盔式训练系统41)接收与登记号293相关联的焊接数据327。此外,与每一登记号293相关联的焊接数据可包含对应于相应操作员所执行的其它焊接会话的序列号329。此外,如本文所利用,术语“作业”不限于操作员出于训练和教学的目的而执行的焊接测试。也就是说,作业可包含非训练焊接工艺、训练模拟焊接工艺和训练实况焊接工艺,以及其它。此外,术语“焊接会话”可包含(但不限于)焊接作业、在生产现场执行的焊接、在工地执行的焊接或其任何组合。

[0245] 数据存储系统318(例如,云存储系统)的焊接数据327可经由耦接到网络38的远程计算机44来监视和/或管理。所存储的焊接数据327对应于各种操作员在一个或更多个位置处所执行的焊接工艺(例如,实况、模拟、虚拟现实)。图53图示可由管理员或教员利用以监视和/或分析数据存储系统318中的所存储的焊接数据327的用户可查看控制面板屏幕720。焊接数据327可通过焊接数据327的特性(例如,筛选标准)来组织。可用于将焊接数据327分类的焊接数据327的特性可包含(但不限于)一个或更多个组织722(例如,训练中心、雇主、

工地)、组织内的一个或更多个群组(例如,班次)、所选择的组织722或群组724内的操作员的一个或更多个登记号726、执行焊接工艺的时间(例如,日期728、当日时间)、系统725和焊接标识730(例如,特定焊接作业、与焊接会话相关联的唯一识别符、工件零件号或焊接的类型)。例如,在一段时间(例如,日期728)或跨越不同组织722或不同群组724与一个或更多个登记号293相关联的焊接数据327可显示在控制面板屏幕720上。因此,管理员或教员可经由与操作员的登记号293相关联的焊接数据跨越不同组织随时间追踪操作员的进展。在一些实施例中,焊接数据类型732(例如,实况训练、实况非训练、模拟、虚拟现实)可用于筛选所查看的焊接数据。此外,在一些实施例中,焊接工艺类型735(例如,GMAW、TIG、SMAW)可用于筛选所查看的焊接数据。如可了解的是,每一焊接会话(例如,焊接作业)的焊接数据可分类(例如,筛选)为各种子组。如图53所图示,具有登记号58,794的操作员在2014年6月25日通过系统I执行的实况、非训练焊接可经由对登记号726、系统725、日期728和焊接数据类型732的适当字段中的一个或更多个的选择而显示在控制面板屏幕720上。

[0246] 作为附加或替代,教员可利用搜索控件733来搜索各种参数(例如,序列号329、组织722、群组724、操作员姓名、登记号726、时间、焊接数据类型)相关联的焊接数据327,所述参数与操作员所执行的焊接会话对应。在选择了一组焊接数据之后,控制面板屏幕720的区734可显示与所选择的焊接数据和/或焊接数据的至少一部分相关联的图形指示(例如,得分)。此外,在选择焊接数据327和用户控件736之后,可查看焊接数据327的细节。控制面板屏幕720可使管理员或教员能够保存或编辑焊接数据在控制面板屏幕720上的布置。此外,控制面板屏幕720可使管理员或教员能够导出焊接数据327的至少一部分。例如,管理员可导出与一组操作员在一天或一星期的课程期间执行的会话对应的焊接数据327。控制面板屏幕720可使管理员或教员能够以各种格式(包含但不限于)逗号分隔值(CSV)文件、电子数据表文件和文字文件)导出焊接数据327。在一些实施例中,管理员或教员可从数据存储系统(例如,云存储系统)移除焊接数据的子组(例如,演示焊接数据)。作为附加或替代,管理员或教员可编辑焊接数据类型732,以便将训练焊接数据修订为非训练焊接数据、修订与焊接数据相关联的操作员、修订与焊接数据相关联的时间,等等。

[0247] 如可了解的是,控制面板屏幕720可使管理员或教员能够监视、比较和分析与一个或更多个登记号726相关联的焊接数据。在一些实施例中,焊接操作员的性能、经验和历史数据可经由登记号726跨组织或群组地予以比较。在一些实施例中,控制面板屏幕720可使管理员或教员能够设定目标或将作业提供给期望登记号726。此外,管理员或教员可监视和调整先前建立的目标。控制面板屏幕720可使关于与一个或更多个登记号相关联的焊接表现的注解或评注能够与焊接数据一起被键入和存储。

[0248] 图54图示焊接环境11中的焊接系统10的实施例,其中焊接系统10可追踪焊炬14的位置和/或取向而不需要利用上文在图30到图32中所论述的焊炬14上的标记物474。图54的焊接系统10可在进行焊接工艺之前追踪焊炬14的位置和/或取向。在一些实施例中,图54的焊接系统10可在焊接工艺期间追踪焊炬14的位置和/或取向。一个或更多个深度传感器750布置在焊接环境11中的各种位置处,例如,第一深度传感器752布置在工件82上方,第二深度传感器754与焊接头盔41(例如,头盔式训练系统)集成或者第三深度传感器756与工件82处于水平位置或其任何组合。每一深度传感器750可具有被配置成在期望波长下发射可见图案的发射器以及被配置成在焊接环境11中监视可见图案的相机。每一深度传感器750所

发射的可见图案可与其它深度传感器750所发射可见图案相同或不同。此外,每一深度传感器750的可见图案的期望波长可在深度传感器750之间相同或不同。图54通过实线箭头图示来自每一深度传感器750的相应的所发射的可见图案,并且图54通过虚线箭头图示朝向每一深度传感器750反射的图案。可见图案的波长可在红外光谱、可见光谱或紫外光谱内(例如,约1mm到120nm)。每一深度传感器的发射器在焊接环境11中将相应可见图案发射到焊接表面88、工件82、焊炬14或操作员或其任何组合上。通过观察焊接环境11中所反射的可见图案,计算机18可追踪在焊接环境内移动的物体(例如,焊炬14、操作员)。此外,计算机18可基于焊接环境11中的可见图案的观察而识别工件82的形状或工件82上的焊接接头路径。

[0249] 如可了解的是,焊炬14对工件82撞击出的电弧758发射电磁辐射。电弧所发射的电磁辐射的每一波长下的发射物的波长和强度可以是基于各种因素,包含(但不限于)工件材料、电极材料、保护气体组成、焊接电压、焊接电流、焊接工艺的类型(例如, SMAW、MIG、TIG)。在一些实施例中,感测装置16包含光传感器,其中所述光传感器被配置成在焊接工艺之前和期间检测焊接环境11的电磁辐射的波长。焊接系统10的计算机18可基于从感测装置16接收的反馈而确定所发射的波长和所发射的波长的强度。作为附加或替代,计算机18可从计算机18的存储器或数据存储系统318中所存储的数据、焊接参数和电弧参数确定所发射的波长和所发射的波长的强度。例如,计算机18可确定钢MIG焊接的电弧具有不同于铝TIG焊接的电弧的主要波长。

[0250] 在一些实施例中,可在焊接工艺期间选择深度传感器750所发射的一个或更多个可见图案的波长以减少来自电弧758的噪声。此外,在一些实施例中,深度传感器750可改变所发射的可见图案的波长。因此,计算机18可适应性地控制所发射的可见图案的波长以提高来自深度传感器反馈的位置和取向确定的准确性。也就是说,计算机18可控制深度传感器750针对钢MIG焊接而在第一范围中发射可见图案,并针对铝TIG焊接而在不同的第二范围中发射可见图案。作为附加或替代,计算机18可筛选深度传感器750所接收的信号以减少或消除电弧758的发射物的影响。

[0251] 此外,对于一些焊接工艺(例如,短路MIG),电弧758在焊接形成期间可以不是连续的。电弧758熄灭(例如,在焊接工艺的短路阶段期间)时所发射的电磁辐射可显著小于电弧758激活时所发射的电磁辐射。计算机18可控制深度传感器750在电弧758熄灭(例如,湮灭)时而不是在电弧758激活时发射相应可见图案,因此使深度传感器750能够在焊接工艺期间追踪焊炬14的位置和/或取向。也就是说,计算机18可使所发射的可见图案同步以与焊接工艺的短路阶段实质上重合。短路频率可大于30Hz,因此使计算机18能够在约30Hz或更高的频率下确定焊炬14在焊接环境11中的位置和/或取向。

[0252] 作为深度传感器750的附加或替代,焊接系统10可利用局部定位系统762以确定焊炬14在焊接环境11内的位置。局部定位系统762的信标764布置在焊接环境周围的已知位置处,并发射经由焊炬上的一个或更多个麦克风429而接收的信号766(例如,超声信号、RF信号)。耦接到一个或更多个麦克风429的计算机18可至少部分基于来自三个或更多个信标764的所接收的信号而确定焊炬14在焊接环境11内的位置。计算机可经由三角测量、三边测量和多边测量而确定焊炬14的位置。在焊接环境11周围分布的局部定位系统762的三个以上的信标764提高局部定位系统762的健全性并提高焊炬14沿着具有复杂形状的工件82(例如,管道)在任何点处于至少三个信标764的视线内的可能性。在一些实施例中,信标764可

与深度传感器750或焊接系统10的部件(例如,焊接电力供应器28)一起定位。

[0253] 返回到图31和图32,焊炬14的实施例可具有多组视觉标记物802以便于检测焊炬14相对于训练支架12和工件82的位置和取向。在一些实施例中,感测装置16可同时(例如,大约同时)检测并追踪多组视觉标记物802。然而,耦接到感测装置16的控制器(例如,计算机18)可仅存储或以其它方式利用与一组视觉标记物802相关联的追踪数据,诸如最大程度上朝向感测装置16的一组视觉标记物802的追踪数据。如本文所论述,当视觉标记物朝向相对于感测装置16的每一相机在空间上具有已知位置的固定点时,视觉标记物(例如,LED 64)视为朝向包括多个相机的感测装置16。例如,在感测装置16具有以阵列布置的多个相机的情况下,固定点可为多个相机的质心。在一些实施例中,质心为相对于感测装置16的每一相机的中心位置,例如与相机的相应镜头等距。在一些实施例中,视觉标记物802是可独立地控制的LED 64。例如,每一组(例如,第一组804、第二组806、第三组810)LED 64可单独控制以使得一次仅一组接通并发射光。在一些实施例中,视觉标记物802可经由耦接到焊炬14的焊接电缆来直接地或间接地供电。例如,视觉标记物802(例如,LED 64)可从焊炬14的电力端口接收电力。作为附加或替代,与焊接电缆捆绑在一起或与之分开的辅助电缆可对视觉标记物802供电。减少可由感测装置16检测的视觉标记物802的量可降低焊炬14的位置和取向的确定的复杂性。也就是说,当一次仅一组LED 64接通时,感测装置16可容易地基于所检测的LED 64的布置来确定焊炬14的哪一侧(例如,顶侧、左侧、右侧)面向感测装置16。焊炬14的控制电路52可控制LED 64以使得在模拟或实况焊接会话(例如,实况焊接作业)期间,LED 64中的至少一组可由感测装置16检测到。在其中焊炬14具有至少一组在已知方向上取向的无源视觉标记物802(例如,回射体)的一些实施例中,控制电路52可控制LED 64,使得当无源视觉标记物802可由感测装置16检测到时,多组LED 64中没有任何一组LED被接通。

[0254] 如可了解的是,视觉标记物802相对于焊炬14的布置可以利用感测装置16来校准,使得在实况和/或训练(例如,模拟、增强现实、虚拟现实)焊接操作期间可利用每一组视觉标记物802的取向方向(例如784、808、812)来确定焊炬的位置和取向。图77图示了方法1100,该方法可用于校准焊炬14的视觉标记物802(例如,LED 64)。校准标记物(例如,辅助视觉标记物)可耦接到(框1102)焊炬,诸如耦接到焊炬的末端处,使得校准标记物与焊炬14的轴线53对准。校准标记物可包括但不限于两个或更多个有源或无源标记物,类似于图44和图45所图示的校准工具610。焊炬放置在(框1104)固持器(例如,夹具、老虎钳)中,使得校准标记物和第一组视觉标记物802可由感测装置16观察到。在第一组可观察的视觉标记物802具有有源标记物(例如,LED 64)的情况下,第一组视觉标记物802接通(框1106)。感测装置16检测(框1108)耦接到焊炬的校准标记物和第一组可观察的视觉标记物802。在一些实施例中,耦接到感测装置16的处理器20基于与第一组可观察的视觉标记物802分开的所检测校准标记物而确定(框1110)焊炬14的取向。例如,处理器20可至少部分地基于耦接到焊炬14的校准标记物之间的已知关系确定在已知位置的焊炬14的轴线53的取向。在一些实施例中,以如上文所讨论关于校准工具610的标记物630、632的类似方式,处理器可确定(框1110)焊炬14的取向。在一些实施例中,处理器20可确定(框1112)第一组视觉标记物802相对于焊炬14的所确定取向的取向。作为附加或替代,处理器20可至少部分地基于第一组视觉标记物802的两个或更多个视觉标记物的相对位置确定(框1112)第一组视觉标记物802相对于第一组视觉标记物802的刚体模型的取向。第一组视觉标记物802定位于焊炬14上,

如上文关于图31和图32所描述,使得感测装置16所检测的布置可由处理器20所执行的代码来识别以确定对应的刚体模型。在识别第一组视觉标记物802的布置之后,处理器20基于焊炬14的多组视觉标记物802之间的已知几何关系而确定(框1114)其它组视觉标记物802的取向。此外,基于焊炬14周围的多组视觉标记物802之间的已知几何关系、感测装置16对显示器62的识别、感测装置对显示器62的特定图案(例如,校准图案、制造商标志)的识别,或其任何组合,处理器20确定(框1116)焊炬14的显示器62的取向。一旦焊炬14和耦接到其上的多组视觉标记物802诸如通过方法1100来校准,则焊炬14可用于实况和/或训练焊接操作。显示器62相对于焊炬14的轴线53和/或多组视觉标记物802的取向的确定使得显示器62上的图形表示能够对应于显示器62朝向接头的取向。

[0255] 耦接到感测装置16和/或控制电路52的处理器20可利用图55所图示的方法860来确定哪一组LED 64接通以追踪焊炬14的移动和位置。如可了解的是,方法860可由控制器执行,其中所述控制器包含(但不限于)处理器20、控制电路52或其组合。通常,控制器可针对于预测间隔依序接通每一组LED 64,接着比较感测装置16从每一组检测到的响应以确定哪一组LED 64实现较好的追踪数据。例如,控制器可接通左侧一组(例如,第二组806)LED 64(方框862)。控制器确定在检测间隔(例如,约50ms到500ms、100ms到300ms,或约200ms)内是否检测到左侧一组LED 64(节点864)。如果在节点864处未检测到左侧一组LED 64,那么控制器可接通顶侧一组(例如,第一组802)LED 64(方框866)。控制器接着确定是否检测到顶侧一组LED 64(节点868)。如果在节点868处未检测到顶侧一组LED 64,那么控制器可接通右侧一组(例如,第三组810)LED 64(方框870)。控制器接着确定是否检测到右侧一组LED 64(节点872)。如果在节点872处未检测到右侧一组LED 64,那么控制器可返回到方法860的起始位置,并接通左侧一组LED 64(方框862)。在一些实施例中,控制器可重复方法860以依序接通每一组LED64,直到在检测间隔内检测到至少一组LED 64为止。

[0256] 如本文所论述,当控制器确定是否检测到一组LED时(例如,节点864、868、872),控制器可确定是否检测到相应组的LED 64的阈值量(例如,三个、四个、五个或更多个)。如上文所论述,阈值量可小于或等于相应组的视觉标记物(例如,LED 64)的总量。在一些实施例中,控制器被配置成在检测到LED 64的阈值量之后,确定焊炬14的刚体(RB)模型。控制器确定对应于所追踪的多组LED 64的哪一刚体模型最接近理想模型(节点874)。如可了解的是,理想模型可对应于在一组LED 64在预定角度范围内(例如,约20度、30度、45度或60度)直接朝向感测装置16(例如,一个或多个相机)之时。此外,每一组LED 64可具有其自身的预定角度范围,该预定角度范围位于LED 64的轴线(例如,第一组804的方向784,第二组806的方向808,第三组810的方向812)和对于该LED 64为最理想的感测装置16之间,例如,针对顶侧一组LED 64是约45度,并且针对左侧一组和右侧一组LED 64是约30度。在一些实施例中,第一组802的LED 64可在相对于焊炬14的Y轴784朝向感测装置16时接近理想模型。如果对应于一组LED 64(例如,第二组806)的焊炬14的所确定的刚体模型不接近理想模型,那么控制器可切断所述一组并接通下一组(例如,第一组802)LED 64以确定是否可通过下一组来检测接近理想的刚体模型。作为附加或替代,控制器可利用一组(例如,第一组804)LED 64的所检测到的非理想角度以及其它组(例如,第二组806、第三组810)LED 64的预定相对角度,以确定哪一组(例如,第三组810)LED 64最接近地对应于理想模型,因此使控制器能够直接接通所述一组(例如,第三组810)LED 64,而不需要接通其它组(例如,第二组806)。控制器可

被配置成在所确定的刚体模型接近理想模型时锁定到一组所接通的LED 64。

[0257] 在一些实施例中,当一组LED 64相对于感测装置16取向在约20到60度或约30度到50度内时,该组LED 64接近理想模型。从每个LED 64所发射的光可从LED 64的轴线的大约45度、60度、70度或80度内或更大的角度内的多个点观察到。然而,虽然每个LED 64均可由相对较宽锥角范围内(例如,大约45度至80度)的感测装置16(例如,一个或多个相机)观察到,但是每个LED 64可具有半强度角,若超过该半强度角,则可从LED 64观察到的光的强度小于沿着LED 64的轴线(例如,0度)的强度的一半。如本文所讨论,朝向感测装置16(例如,相机)取向的LED 64或视觉标记物可由感测装置16观察到。例如,当视觉标记物的轴线相对于感测装置16的视线未被遮挡并在大约80度范围内时,该视觉标记物朝向感测装置16地取向。因此,基于多组LED 64的取向,控制器的一些实施例可能确定一次对应于一组以上LED 64的刚体模型。

[0258] 当可确定多个刚体模型时,控制器可确定哪一组LED 64最大程度地朝向感测装置16取向。此外,当焊炬取向在其中可针对相应组LED 64确定多个刚体模型的角度附近波动时,控制器可利用滞后控制。如上文所论述,第一组802的LED 64可大致上沿着Y轴784取向,并且第二组806LED 64可被取向成使得第二方向808相对于Y轴784偏移约45度。在一些实施例中,可针对在感测装置16的视线的约30°(例如,半强度角)内取向的每一相应组LED 64来可靠地确定刚体模型,以使得可针对约15°或更大的重叠范围而确定每一相应组(例如,802、806)的刚体模型。如可了解的是,具有相对于Y轴784的不同偏移或不同半强度角的多组LED 64的其它布置在多组LED 64之间可具有不同重叠范围(例如,大约5度至45度、10度至30度,或15度至25度)。因此,多组LED 64的重叠可观察范围可减小或消除焊炬14上无法由感测装置16检测到(例如,观察)的至少一组LED 64的位置(例如,盲区)。例如,利用滞后控制,当第一组804在感测装置16的视线的大约45度内取向时,甚至当第二组806在感测装置16的视线的小于大约45度内取向时,控制器可保持锁定到第一组804的LED 64。然而,当第一组804相对于感测装置16的视线取向大于锁定角度阈值(例如,大约45度)并且第二组806朝向感测装置16的视线取向更甚于第一组804时,滞后控制可引导控制器从第一组804的LED 64解锁并且锁定到第二组806。也就是说,滞后控制可在多组LED 64可由感测装置16检测时减少对多组LED 64的切断和接通,并且在焊炬14接近多组LED 64之间的阈值而取向和/或在操作期间短暂地取向不同时防止多组LED 64之间的快速振荡。基于相应组的视觉标记物802相对于锁定角度阈值的取向角度、相应组的视觉标记物802在锁定角度阈值内取向的持续时长或其任何组合,滞后控制可引导控制器保持锁定到一组视觉标记物802。然而,当第一组802的LED 64在该组LED 64的半强度角(例如,大约30度)内朝向时,控制器单独可锁定到第一组802的LED 64;滞后控制引导控制器以对于高达锁定角度阈值(该阈值大于半强度角)的角度而保持锁定到第一组802的LED 64,并且当第一组802取向大于锁定角度阈值并且第二组806在锁定角度阈值内取向时变更到第二组806的LED64。锁定角度阈值可包括但不限于LED 64的半强度角(例如,大约20度、30度、45度或60度)。作为附加或替代,当第一组804的轴线784相对于感测装置16的视线在大约10度至60度、15度至45度,或20度至30度的锁定角度阈值内时,控制器保持锁定到第一组804的视觉标记物802。控制器可保持锁定到第一组804,尽管第一组804仍然可视而第二组806的视觉标记物802最大程度地朝向感测装置16的间隔短暂(例如,小于大约10秒、5秒、3秒或1秒)。

[0259] 在锁定到接近理想模型的一组LED 64之后,控制器可至少部分基于从所追踪的一组LED 64确定的位置和取向而更新(方框876)焊接系统10的显示器32、头盔41的显示器32和/或焊炬14的显示器62上所显示的项目。在一些实施例中,控制器可实时(RT)更新(框876)显示器32和/或62,从而使得焊接参数的图形表示的指南能够成为在焊接操作期间可供操作员使用的RT指南。控制器可在所确定的刚体模型接近理想模型时维持每一组LED 64的状态(例如,接通、切断)。在一些实施例中,控制器可在操作期间每隔一段时间重复方法860,因此依序接通每一组LED 64以验证所锁定的一组LED 64的所确定的刚体模型最接近理想模型。例如,控制器可每1分钟、5分钟或15分钟重复方法860。作为附加或替代,控制器可在作业的接收之后、作业的选择之后、在从训练支架12提起焊炬14之后或其任何组合之后,而重复方法860。如本文所讨论,依次接通每组的LED 64可包括在检测间隔内接通焊炬14的一组LED 64(例如,第一组804)和切断焊炬14的所有其它组LED 64(例如,第二组806、第三组810)的重复顺序,以使得每组LED64被接通并发射光一段时间而其它组LED 64被切断并且不发射光。

[0260] 如上所述,焊接系统10的各种元件可具有标记物,所述标记物用于实时地追踪相应元件在焊接环境内的移动,和/或校准所述元件相对于训练支架12或工件82的位置和取向。例如,图4的训练支架12可具有第一标记物95和第二标记物96,焊接表面112可具有标记物116、118,图5的校准工具120可具有标记物130,图6的夹具组件132可具有第一标记物134和第二标记物136,图30的焊炬14可具有标记物474,并且图31的焊炬14可具有视觉标记物802。图56图示可设有视觉标记物882的基础部件880的横截面图。基础部件880可包含(但不限于)训练支架12、工件82、焊接表面112、校准工具120、夹具组件132、焊炬14、夹持组件588或其任何组合。

[0261] 基础部件880可耦接到隔热层884(例如,塑料、织物、陶瓷、树脂、玻璃)。在一些实施例中,基础部件880热涂布有隔热层884。作为附加或替代,隔热层884可包覆在基础部件880周围、模制到基础部件880、机械紧固到基础部件880、机械紧固在基础部件880周围或粘合到基础部件880。如可了解的是,基础部件880可接收或传导来自焊接工艺的热。在一些实施例中,基础部件880大体上(例如,90%以上)由隔热层884覆盖。视觉标记物882可定位在基础部件880的绝缘层884上的不同位置处。在一些实施例中,视觉标记物882至少部分地嵌入和/或凹入于隔热层884内。视觉标记物882可容易由感测装置16检测到。例如,视觉标记物882可对于一种或更多种电磁波来说是反射性的。例如,视觉标记物882可反射可见光和/或红外(IR)光。在一些实施例中,一个或多个视觉标记物882可发射光,诸如经由一个或多个LED 64。基础部件880可包括耦接到该LED 64的电源(例如,电池),或LED 64可经由耦接到焊接系统10的电力电缆(例如,经由计算机18)来供电。每一视觉标记物882的位置可被配置成使感测装置16能够确定基础部件880在焊接环境内的位置和取向。视觉标记物882可定位在基础部件880的一个或更多个面上。感测装置16可配置成检测视觉标记物882并且将反馈提供到控制器(例如,计算机18)以确定基础部件880的刚体模型和确定基础部件880的其上设有检测视觉标记物882的表面的方向。也就是说,以如上文所讨论关于确定耦接到焊炬14的多组LED 64的刚体模型和确定多组LED 64的相应标记物方向的类似方式,控制器(例如,计算机18)可确定基础部件880的刚体模型和基础部件880的表面的方向。基础部件880的每一侧上的视觉标记物882的不同的数量和/或布置可便于基于视觉标记物882的布

置的检测而识别相应侧。

[0262] 覆盖层886(例如,覆盖板)耦接到绝缘层884和视觉标记物882。覆盖层886可覆盖视觉标记物882,因此保护视觉标记物882不受例如飞溅物、灰尘、无意中移除等一些环境因素的影响。在一些实施例中,覆盖层886不覆盖或仅部分覆盖视觉标记物882。在一些实施例中,覆盖层86是塑料,例如,聚碳酸酯。覆盖层886可以是对于由标记物882反射的一种或更多种电磁波实质上不呈反射性的材料。作为附加或替代,可对未覆盖视觉标记物882的覆盖层886进行条件处理以减少或消除电磁波(例如可见光、红外光)的反射。例如,可对覆盖层886涂油漆、镀层或作粗糙化处理(例如,喷砂)或其任何组合。在一些实施例中,覆盖层886是实质上非反射性的,除了在直接覆盖视觉标记物882的区域中。

[0263] 图57是焊接支架12、臂576、578和夹持组件588的实施例的立体图。如上文所论述,第一臂576和第二臂578可围绕支撑结构566而旋转,以使第一臂576和第二臂578能够定位在所选择的高度处以进行垂直焊和/或仰焊。如图示,第二臂578包含用于将工件82耦接到第二臂578的夹持组件588。第二臂578和夹持组件588可相对于训练支架12定位在各种高度处。作为附加或替代,夹持组件588可耦接到每一臂576、578,并且夹持组件588可相对于感测装置16定位在各种方向上。如可了解的是,夹持组件588可包含多个视觉标记物802标记物(例如,反射性的和/或发光的)以便于由感测装置16追踪。例如,在某些实施例中,夹持组件588可在夹持主体889的一个表面上(例如,在一个平面内)包含三个标记物,并且在另一表面上(例如,在不同平面内)包含第四标记物以便于由感测装置16追踪。夹持主体889的夹持面890可实质上平行于感测装置16或相对于感测装置16以一偏移角取向。底座892将夹持组件588耦接到第二臂578。

[0264] 图58是沿着剖切线58-58截取的图57的夹持组件588的底座892的实施例的俯视图。夹持轴900将底座892耦接到夹持主体889。在一些实施例中,夹持轴900的保持特征902可限制夹持轴900沿着夹持轴线904在至少一个方向上的移动。此外,夹持紧固件906可与保持特征902和底座892介接以将夹持轴900沿着夹持轴线904保持在期望位置中。底座892可围绕轴线908旋转,因此调整夹持主体889和夹持面890相对于感测装置16的取向。在一些实施例中,紧固件910(例如,销)可在期望取向上将底座892耦接到第二臂578。紧固件910可固定耦接到底座892,因此防止紧固件910从焊接系统10移除。在一些实施例中,保持特征902和/或紧固件910可相对于夹持组件588而偏压(例如,弹簧加载),因此实现在一个或多个预定位置中与夹持组件588的自动啮合。例如,将紧固件910插入到第一凹口912中使夹持面890取向在实质上平行于感测装置16的第一方向914上,将紧固件910插入到第二凹口916中使夹持面890取向在第二方向918上,并且将紧固件910插入到第三凹口920中使夹持面取向在第三方向922上。第二方向918和第三方向922可取向在方向914的约10度、20度、30度、40度或50度内(例如,朝向感测装置16)。图58的第二方向918和第三方向922相对于第一方向914偏移约30°。当夹持组件588安装在第二臂578上,并且夹持面取向在第二方向918上时,夹持组件588可被配置成在工件82的一部分从感测装置16的视野来看使接头部分变得不可见的位置中执行焊接。例如,当工件82耦接到第二臂578上的夹持组件588以使得夹持面890取向在第二方向918上时,在3F位置中执行的焊接(例如,T形接头和搭焊接头的垂直角焊)可能容易由感测装置16观察到。

[0265] 臂和相应夹持组件的位置和取向被校准以使感测装置16能够追踪焊炬14相对于

耦接到夹持组件588的工件82的接头的移动。如图59所图示,校准块930可耦接到夹持组件588以便于校准夹持组件588。在一些实施例中,图44和图45的校准工具610耦接到校准块930以使得校准工具610以预定义的角度(例如,垂直)从校准块930延伸。校准块930和校准工具610可使感测装置16能够校准夹持组件588的法向向量,校准固定到夹持组件588的工件82的法向向量和/或校准相对于地板的真实垂直(即,天顶)向量。感测装置16经由计算机18可在安装到每一臂576、578时确定夹持组件588的夹持标记物的刚体模型和/或质心,在此期间,夹持组件588的不同侧处于感测装置16的视野中,其中夹持组件588的每一侧具有标记物的唯一配置。感测装置16可耦接到臂576、578,以使得随着每一臂升高和降低,相应侧的夹持标记物的质心的y值改变。如上文所论述,每一臂576、578的移动可调整感测装置16的取向。因此,感测装置16可确定在相应臂576、578的多个高度处的夹持组件588的夹持标记物的质心的y值。计算机18可确定相应高度处的质心中的每一个的天顶向量,因此使计算机18能够在夹持组件588耦接到每一臂576、578时,使用夹持标记物的质心的y值来确定(例如,内插计算)任何高度的天顶向量。水平仪可在每一高度处在校准期间与夹持校准块930一起利用以确保校准工具610的取向准确地表示天顶向量。夹持标记物的质心的y值也可用于确定夹具的高度并针对焊接会话向操作员提供关于正确高度定位的反馈。焊接会话期间夹持组件588的高度可与每一焊接会话的焊接数据327一起存储。在一些实施例中,焊接系统10可确定夹持组件588相对于感测装置16的取向,因此使焊接系统10能够通知操作员工件82是否对于焊接会话处于不适当的取向。例如,当夹持组件588和工件82被取向成使得焊炬14的视觉标记物802在焊接会话期间从感测装置16的视野来看将会至少部分地不可见时,焊接系统10可通知操作员,因此使操作员能够调整夹持组件588以使得所有视觉标记物802可被观察。

[0266] 图60是图示利用多个臂中的一个来设置和执行作业焊接会话以用于垂直焊或仰焊(例如,不在适当位置的焊接)的流程图940。操作员选择不在适当位置的会话(例如,2G、3G、3F、4G、4F)(方框942)并将工件粘合在一起(方框944)。接着操作员将期望臂设置到对应于所述会话的高度并通过感测装置来调整夹持组件以进行校准(方框946)。在设置臂和夹持组件之后,操作员将工件耦接到夹持组件(方框948)。接着,例如如果工件从感测装置来看使接头至少部分地不可见,如果工件或夹持组件的标记物从感测装置来看是不可见的或如果夹持组件不实质上垂直于地面或发生前述情况的任何组合,那么操作员可调整夹持取向(方框950)。在调整夹持取向之后,操作员、教员或管理员可校准夹持组件(方框952)。在一些实施例中,可每当臂移动或每当夹持组件附接到臂时执行一次校准,以使得夹持组件可能在每一会话之前未被校准。夹持组件的校准可使得在针对所述会话指定的配置和/或取向中检测到夹持组件。操作员校准接头端(方框954),因此,在表示接头的直线中建立2个点。在一些实施例中,例如针对3F位置中的焊接会话,操作员利用上文关于图44和图45所述的校准工具610而校准接头端(方框954),其中校准工具的轴向保持在平行于感测装置的约 5° 内。如可了解的是,其它位置中的焊接会话可通过相对于感测装置具有其它取向的校准工具校准。作为附加或替代,计算机可在以倾斜角度观察校准工具的标记物的校准期间补偿校准工具的取向。例如,计算机可确定校准工具相对于夹持组件的角度,接着利用所确定的角度来调整接头端的校准值。在接头端的校准之后,操作员接着执行焊接会话(方框956)并审查结果(方框958)。在一些实施例中,训练支架的显示器和/或焊炬的显示器可将指令

提供给操作员以指导焊接会话的设置。

[0267] 感测装置16可在执行作业焊接会话之前、在焊接会话期间以及在执行焊接会话之后,追踪夹持组件588、工件82和焊炬14的位置和取向。如上文所论述,感测装置16可包含检测视觉标记物802(例如,夹持组件588、工件82和焊炬14的视觉标记物)的一个或多个相机。在一些实施例中,只要固定表面(例如,夹持组件588、工件82)的视觉标记物是可检测的,计算机18就可利用对应于固定表面的视觉标记物802的数据作为关于焊接环境中的其它所追踪的物体的基准。即,固定表面的视觉标记物802便于对焊接环境内的其它物体(例如,焊炬14、校准工具610)的实时追踪。由感测装置16的一个或多个相机所检测的视觉标记物802可包含无源标记物(例如,贴纸、反射体、图案)和/或有源标记物(例如,灯、LED)。无源标记物可通过感测装置16的一个或多个相机的第一曝光设定(例如,8、15、25、50)来最好地观察,并且有源标记物可通过一个或多个相机的第二曝光设定(例如,1、2、3、4、5)来最好地观察,其中第二曝光设定可不同于第一曝光设定。在一些实施例中,夹持组件588和工件82的视觉标记物802可以是无源标记物,并且焊炬14的视觉标记物802可以是有源标记物(例如,LED 64)。此外,无源标记物可由感测装置16的光源(例如,一个或多个灯,LED 64)来照亮,其中当无源标记物朝向一个或多个相机取向时,来自光源的光(例如,红外光、可见光)从无源标记物反射离开并由感测装置16的一个或多个相机观察到。因此,一个或多个相机的曝光设定可至少部分基于将被感测的视觉标记物的类型来调整。如可了解的是,用于对发射光的有源标记物取样的第二曝光设定可小于用于对反射光的无源标记物取样的第一曝光设定。

[0268] 计算机18可或者在焊接会话(例如,模拟焊接作业、实况焊接作业)的执行之前和期间追踪焊炬14以及焊接环境的固定表面的视觉标记物802。因此,计算机18可实时追踪焊炬14、夹持组件588和工件82相对于彼此以及相对于训练支架12的位置和取向。在检测物体在训练支架12周围的焊接环境中的位置和取向时,计算机18可主要追踪焊炬14的视觉标记物802,并且计算机18可次要地追踪固定表面(例如,主焊接表面88、夹持组件588、所夹持的工件82)的视觉标记物802。也就是说,通过以相比于固定表面上的次要追踪的无源视觉标记物更高的速率进行取样以检测焊炬14的有源视觉标记物802,计算机18可主要追踪焊炬14的视觉标记物802。焊炬14的有源标记物可在模拟或实况焊接会话(例如,焊接作业)之前、期间和之后实质上连续地接通。计算机18可控制感测装置16的一个或多个相机的曝光设定以控制固定表面和焊炬14的相应取样率。例如,焊炬14的视觉标记物802可比固定表面的视觉标记物802多出1.5倍、2倍、3倍、4倍、5倍或更多倍地取样。作为附加或替代,有源视觉标记物取样间隔可大于反射性视觉标记物间隔,其中通过使有源视觉标记物取样间隔和反射性视觉标记物取样间隔循环,计算机18重复地追踪焊接系统10的视觉标记物。也就是说,计算机18使一个或多个相机的曝光设定在第二曝光设定(例如,用以追踪焊炬14的有源标记物的低曝光值)与第一曝光设定(例如,用以追踪固定表面的无源标记物的高曝光值)之间循环。调整感测装置16的一个或多个相机的曝光设定可延迟取样间隔的循环。在一些实施例中,计算机18可记录对应于所检测无源(例如,反射性)视觉标记物的数据,而不论在哪个取样间隔(例如,反射性视觉标记物间隔、有源视觉标记物取样间隔)接收到该数据。此外,仅当未检测到无源视觉标记物时,计算机18可记录对应于所检测有源视觉标记物的数据,从而通过减少噪声而改善所记录数据的精度,该噪声可与检测多种类型(例如,有源、无源)的视觉标记物相关联。

[0269] 在起始模拟焊接会话(例如,焊接作业)之前,计算机18可控制感测装置16的光源(例如,LED 64)以使其接通,因此使计算机18能够在起始模拟焊接会话之前、在模拟焊接会话期间以及在模拟焊接会话之后追踪固定表面的无源标记物以及焊炬14的有源标记物。如上所述,计算机18可在开始焊接作业之前和在焊接作业期间使一个或多个相机的曝光设定循环以通过第一曝光设定对无源标记物取样并通过第二曝光设定对有源标记物取样。在实况焊接期间(例如,在焊炬14的扳机被致动时),计算机18可控制感测装置16的光源以提高的亮度水平脉冲变化,因此循环地增大来自无源标记物的反射光。使光源脉冲变化(例如,选通)可使感测装置16的一个或多个相机在具有明亮电弧和飞溅物的实况焊接期间能够通过降低的曝光设定来追踪无源标记物。此外,使照亮无源标记物的光源脉冲变化可减少运动模糊。计算机18可控制一个或多个相机的曝光设定以使其与感测装置16的光源的脉冲变化同步,以使得当曝光设定处于第一(例如,高)曝光设定时,光源较亮地脉冲变化,并且当曝光设定处于第二(例如,低)曝光设定时,光源变暗或切断。例如,计算机18可控制一个或多个相机的曝光设定,使得在光源明亮地脉冲变化时曝光设定被设定在第一(例如,高)曝光设定以检测无源标记物,并且在光源变暗或切断时曝光设定被设定在第二(例如,低)曝光设定以检测有源标记物。作为附加或替代,在夹持组件588的校准期间,计算机18可控制感测装置16的光源使其切断,因此将焊炬14的有源标记物与夹持组件588的无源标记物区别开。在一些实施例中,感测装置16的光源的脉冲变化的亮度水平可大于光源实质上连续地接通之时(例如,在完成焊接作业之前和之后,当焊接系统记录有关于焊接作业的数据时)。相比在较低亮度水平下,感测装置16在光源的较高亮度水平下可较容易地检测无源标记物。然而,在非实况焊接操作(例如,模拟焊接、虚拟现实焊接)期间使感测装置16的光源脉冲变化(例如,选通)可能无意中激活焊接头盔的自动遮光电路。因此,当焊接头盔由于电弧而被遮光时,感测装置16的光源可能在实况焊接期间脉冲变化,而当焊接头盔未被遮光时,感测装置16的光源在模拟焊接期间连续地接通。计算机18可控制光源(例如,一个或多个LED 64)的脉冲速率和/或脉冲占空比(例如,10%、25%、50%、100%)。作为附加或替代,计算机18可在非实况焊接间隔期间控制感测装置16的光源的照明设定(例如,波长、强度),使得焊接头盔的自动遮光电路不激活。例如,在焊接头盔的自动遮光电路响应于某一波长或强度的光而激活的情况下,计算机18可控制光源进行脉冲变化或连续地发射光(其波长或强度减少或消除自动遮光电路的激活)。

[0270] 在一些实施例中,焊接系统10可追踪多行程(例如,多工步)会话,因此记录多行程会话的每一行程(例如,工步)的焊接数据327。如上文关于图40所论述,焊接系统10的控制电路52可将多工步会话的每一工步的焊接数据327作为单次焊接操作来记录,以用于确定多工步会话的质量或以其它方式审查多工步会话。在一些实施例中,焊接系统10的控制电路52可将多工步会话的焊接数据327作为一组工步来记录,这组工步对应于多工步会话的序号或另一识别符。也就是说,多工步会话的焊接数据327可作为一个组来审阅和评估,或多工步会话的每一工步可被分开审阅和评估。多工步会话可包含(但不限于)实况工艺、模拟工艺、虚拟现实工艺或其任何组合。

[0271] 图61是图示多行程(例如,多工步)焊接会话(例如,焊接作业)的选择和执行的流程图970。操作员选择多工步会话(方框972),并将工件82一起设置在训练支架12上(方框974)。工件82的设置可包含将工件82夹紧到训练支架12。操作员例如通过利用接头校准工

具610以校准接头的第一端和接头的第二端的位置来校准接头(方框976)。如可了解的是,接头校准工具610可在多工步会话的第一工步之前直接与工件82介接以进行校准(方框976)。操作员选择在模拟焊接模式中还是在实况焊接模式中执行多工步会话的下一(即,第一)工步(节点978)。在一些实施例中,所选择的焊接会话(例如,焊接作业)可抑制或限制可在实况焊接之前执行的模拟焊接的量。在一些实施例中,所选择的会话可抑制实况焊接模式直到模拟焊接完成(例如,令人满意的完成)为止。如本文参照图61所讨论,模拟焊接模式不同于实况焊接模式,并且模拟模式可包括但不限于模拟模式、虚拟现实模式或增强虚拟现实模式。当选择模拟焊接模式时,操作员执行模拟工步(方框980)。控制电路52可经由训练支架12的显示器32、焊炬14的显示器62或焊接头盔41的显示器32而显示模拟工步的结果(方框982)。例如,控制电路52可显示来自模拟工步的焊接数据327以及模拟工步的目标规范。作为附加或替代,控制电路可显示模拟工步的焊接得分。在完成模拟工步之后,操作员再次选择在模拟焊接模式中还是在实况焊接模式中执行下一工步(节点978)。

[0272] 当选择实况焊接模式时,操作员对所校准的接头执行实况焊接工步(方框984)。控制电路52可经由训练支架12的显示器32和/或焊炬14的显示器62而显示实况工步的结果(方框986)。例如,控制电路52可显示来自实况工步的焊接数据327以及实况工步的目标规范。作为附加或替代,控制电路52可显示实况工步的焊接得分。所显示的实况工步的结果可与相同接头的任何先前模拟工步的结果一起显示。

[0273] 多工步焊接会话(例如,焊接作业)的每一工步(例如,模拟或实况)可至少部分基于焊炬位置参数(例如,工作角度、行进角度、CTWD、行进速度、指向)和/或电参数(例如,焊接电压、焊接电流、送丝速度)的目标规范(例如,最小值、目标值、最大值)而单独评估。例如,根焊工步可具有不同于后续工步的规范参数。在完成多工步会话的某一工步之后,控制电路52可确定所述会话的所完成的工步是否满足相应工步的目标参数值。例如,多工步会话的某一工步的焊接数据327可与目标参数值比较以产生每一参数的得分和/或相应工步的总分。控制电路52可确定该工步对于相应工步的目标规范是否及格。

[0274] 控制电路52确定是否已完成所选择的焊接会话(例如,焊接作业)的所有工步(节点988)。如果尚未完成所选择的多工步会话的所有工步,那么操作员选择下一工步(方框990)。在一些实施例中,操作员可进行到多工步会话的下一工步,而不管先前工步对于目标规范是否及格。作为附加或替代,操作员可进行到多工步会话的下一工步,而不管先前工步的焊接数据327是否完整。例如,如果感测装置16无法针对多工步会话的工步的至少一部分而追踪焊炬14的位置和取向,那么操作员可继续执行多工步会话的每一工步。操作员例如通过利用接头校准工具610以校准接头的第一端和接头的第二端的位置来针对多工步会话的每一工步校准接头(方框976)。如可了解的是,接头校准工具610可在第一工步之前已直接与工件82介接以进行接头的初始校准。后续校准可直接将接头校准工具610与一次或更多次先前工步的先前形成的焊珠介接。因此,针对每一工步的接头的经校准的端部可相对于焊接系统10的感测装置16具有不同位置。当完成下一工步的后续校准时,操作员再次选择在模拟焊接模式中还是在实况焊接模式中执行下一工步(节点978)。

[0275] 如果已完成所选择的多工步会话的所有工步,那么控制电路52可经由训练支架12的显示器32和/或焊炬14的显示器而显示每一实况工步中的结果(方框992)。例如,控制电路52可显示来自每一实况工步的焊接数据327以及每一实况工步的目标规范。作为附加或

替代,控制电路52可基于对工步的一次或更多次评估来确定这组工步对于多工步会话的目标规范是否合格。例如,控制电路52可基于每一工步的得分的几何平均值、每一工步的得分的算术平均值、工步组的最小得分、所确定得分之和、每一工步是否以及格得分来完成或其任何组合来以总得分评估工步组。在一些实施例中,以相比于对于多工步焊接会话所规定的更少的所完成实况工步结束焊接会话可导致多焊接工步会话的不足(例如,不及格)总得分。在一些实施例中,具有未追踪的焊炬位置和取向的工步的阈值量(例如,1、2或3)可以不影响对多工步会话的评估。也就是说,具有未追踪的焊炬位置和取向的一个或多个工步可未被计入几何平均值和/或算术平均值。在一些实施例中,控制电路52可本地存储来自多工步会话的每一工步的焊接数据327,直至完成多工步会话为止。在完成之后,控制电路52可将与所完成多工步会话相关联的焊接数据327传送到位于远方的数据存储系统318。在会话结果的显示(方框992)之后,操作员可选择以所选择的会话重新测试(方框994)。操作员移除先前测试的接头,并且设置新接头以重新测试(方框974)。控制电路52可将与先前测试的接头的序列号不同的序列号分派给用重新测试的新接头,因此使操作员和教员能够审阅和评估来自每一接头的焊接数据327。

[0276] 如本文所述,可在焊接系统10的操作期间(例如,在使用焊接系统10时实时地)追踪(例如,检测、显示和存储)各种参数,包含(但不限于)焊炬位置参数(例如,工作角度、行进角度、CTWD、行进速度、指向)和电弧参数(例如,焊接电压、焊接电流、送丝速度)。例如,电弧参数可在焊炬14中被检测(例如,使用电压传感器425、电流传感器427或其它传感器,如图25所图示),使用模/数转换(ADC)电路而转换,并且经由通信接口68(例如,RS-232通信信道)而传达到计算机18,如本文中关于图1所论述。作为在焊炬14中(例如,在图5所图示的焊炬14的把手中)检测的替代或附加,电弧参数还可在图2所示的焊接电缆80、焊接电力供应器28、送丝机30或其某组合中检测到。

[0277] 焊接系统10可经由可在焊接系统10的显示器32上查看的屏幕(例如,类似于图20和图21所图示的屏幕)而检测并显示(例如,以数字方式、以图形方式等)电弧参数。在图62中图示一示范性屏幕996可显示在显示器32上,该屏幕996具有指示焊接系统10处于实况电弧焊接模式中的焊接模式指示符998。如图62所图示,电弧参数可显示在屏幕996上。例如,在所图示的屏幕996中,电压图形340可显示焊炬14所产生的电弧的电压337的时间系列,并且电流图形340可显示焊炬14所产生的电流338的时间序列。在某些实施例中,滤波器可应用到电弧参数和焊炬位置参数中的至少一些以使焊炬14所检测的值的的时间序列图形340中的噪声平滑化。

[0278] 应了解,电弧参数可以由焊接软件244实时地与通过运动追踪系统(例如,感测装置16)而捕获的焊炬位置参数时间同步。换句话说,电弧参数和焊炬位置参数可全部绘图在其相应图形340上,以使得时间系列中的每一个的数据点与在大致上相同的时间(例如,在某些实施例中,在100毫秒内、在10毫秒内,或甚至更接近的时间内)捕获的其它时间序列中的每一个的数据点垂直地对准。这使用户能够将电弧参数与焊炬位置参数相关。虽然图62中未图示,但在某些实施例中,送丝速度也可按照与电压和电流相同的方式实时地检测。

[0279] 如图62所图示,在某些实施例中,每一电弧参数(以及每一焊炬位置参数)可关联于预定义的上限值、下限值和/或目标值而单独地评分,并且得分341可描绘在屏幕996上。此外,在某些实施例中,总分1000可由焊接软件244确定,并描绘在屏幕996上。此外,在某些

实施例中,总分1000、目标总分1001和高总分1004(例如,整个班级的高总分)的指示可由焊接软件244确定并描绘在屏幕996上。此外,在某些实施例中,测试是否成功的指示1006也可由焊接软件244确定,并描绘在屏幕996上。在某些实施例中,总分1000可以基于焊炬位置参数的个别得分341,而不是基于电弧参数的个别得分341。

[0280] 此外,如图62所图示,在某些实施例中,总状态条1008可描绘在屏幕996上。总状态条1008可包含所有焊炬位置参数是否处于其相应上限和下限内的指示。例如,如果焊炬位置参数中的一个不处于其相应上限和下限内,那么总状态条1008可在屏幕996上与对应焊炬位置参数值相同的垂直位置处指示红色状态。相反,如果焊炬位置参数全部处于其相应上限和下限内,那么总状态条1008可在屏幕996上与对应焊炬位置参数值相同的垂直位置处指示绿色状态。应了解,在其它实施例中,可使用其它状态颜色。

[0281] 如图示,在某些实施例中,参数(例如,焊炬位置参数和电弧参数)中的每一个的值339可作为测试时段的课程内的平均值来显示。例如,如图62所图示,所描绘的测试时段内的平均电压和电流分别是18.7伏特和146安培。图63是图62所描绘的屏幕996的另一图示。在此情形下,平均电压和平均电流被分别描绘成是0.1伏特和2安培,这与噪声相当,指示未检测到实际焊接电弧。在此情形下,电流和电压可由焊接软件244使用以确定在给定的“焊接模式”测试时段期间是否发生焊接。如果电压或电流的值低于某预定阈值(例如,平均电压小于10伏特)或介于某预定最小阈值与最大阈值之间(例如,平均电压介于-8伏特与+10伏特之间),那么焊接软件244可确定焊接实际上在所述时段期间未发生。在此情形下,焊接软件244可自动地将测试标记为不及格(或“不成功”)和/或测试可由焊接软件244标记为未检测到焊接。例如,如图示,在某些实施例中,如果给定测试时段的平均电压和/或平均电流不符合某一(某些)预定阈值或落入某一(某些)预定范围内,那么测试是否成功的指示1006可描述测试是“不成功的”(这也可出于其它原因而显示,例如,总分不符合具体要求)。此外,如还图示的是,在某些实施例中,当给定测试时段的平均电压和/或平均电流不符合某一(某些)预定阈值或落入某一(某些)预定范围内时,不是将总分1000描绘在屏幕996上,而是可描绘“未检测到电弧”消息1010。

[0282] 图64图示可作为焊接软件244的作业开发例程的部分显示的示范性屏幕1012。明确地说,图64图示实现一系列焊接测试的完成标准以及与测试相关联的长度要求的输入的屏幕1012。如图示,当选择作业开发例程的完成标准/长度要求标签1014(并且因此在屏幕1012上突出显示)时,显示屏幕1012。如图示,与焊接软件244的作业开发例程的配置设定相关联的其它标签可包含(但不限于):作业名称标签1016,其使得一屏幕被显示,其中与作业相关的作业名称和其它一般信息可被键入;接头设计标签1018,其使得一屏幕被显示,其中将被焊接的接头的性质(例如,接头的类型、长度等)可被键入;底料金属标签1020,其使得一屏幕被显示,其中与将被焊接的底料金属相关的性质可被键入;填料金属/保护气体标签1022,其使得一屏幕被显示,其中与填料金属(例如,焊接电极的填料金属)和保护气体相关的性质可被键入;位置/电特性标签1024,其使得一屏幕被显示,其中焊炬位置参数和电弧参数的性质(例如,上限值、下限值、目标值等)分别可被键入;预加热/焊接后热处理标签1026,其使得一屏幕被显示,其中与预加热和焊接后加热相关的性质分别可被键入;焊接过程/行程标签1028,其使得一屏幕被显示,其中与焊接过程(例如,工艺类型等)相关的性质和测试中的行程数(例如,一个行程或一个行程以上)可被键入;以及实时反馈标签1030,其

使得一屏幕被显示,其中与实时反馈相关的性质可被键入。应了解,在某些实施例中,与作业相关的所有性质可在所描述的屏幕上被键入,可由焊接软件244自动检测(例如,基于焊接系统10的具体要求,基于被设定的其它性质等)或其某一组合。

[0283] 如图64所图示,与完成标准/长度要求标签1014相关的屏幕1012包含专门用于完成标准性质的第一区1032以及专门用于与测试相关联的长度要求的第二区1034。在某些实施例中,在屏幕1012的完成标准区1032中,一系列输入1036使得能够键入目标得分(例如,90分,如图示)、一组焊接任务中的焊接任务的数量(例如,5个,如图示)、每焊接组所需的成功焊接测试的数量(例如,3个,如图示)以及如果未检测到电弧,那么焊接测试是否将不及格(例如,如图63所示)。此外,如图示,在某些实施例中,关于用户将怎样看待完成标准的这些选择的描绘1038(例如,如图62在屏幕996的动作区1040中所图示)。此外,在某些实施例中,在屏幕1012的长度要求区1034中,一系列输入1042使将在得分汇编中忽略的焊接的开始段的长度(A)、在得分汇编中忽略的焊接的结束段(B)的长度以及测试的最大长度(C)(其可小于试样长度(例如,试样长度可经由与接头设计标签1018相关的屏幕而键入)能够被键入。此外,在某些实施例中,还可描绘与长度要求相关的所键入的性质的相对尺寸的相应图示以辅助用户设定长度要求。

[0284] 图65图示可在选择焊接过程/1行程标签1028时显示的示范性屏幕1046。如上所述,此屏幕1046使与焊接过程相关的性质以及测试中的行程数(例如,一个行程或一个以上行程)能够被键入。如图示,在某些实施例中,第一系列的输入使工艺类型(例如,FCAW-G,如图示)、填料金属(例如,焊接电极)的类别和直径(例如,分别是E71T-8JD H8和0.072英寸,如图示)、焊接图案(例如,细脉状对编织状;细脉状,如图示)、垂直进展(例如,向上对向下;向上,如图示)以及与焊接过程相关的任何评注能够被键入。此外,如图示,在某些实施例中,第二系列的输入1050使标记为焊接电源设定的电弧参数(例如,电压、送丝速度和电流)的最小值、目标值和最大值以及标记为焊炬技术参数的焊炬位置参数(例如,工作角度、行进角度、CTWD、行进速度和指向)能够被键入。如还图示的是,在某些实施例中,第三系列的输入1052实现与突出显示的电弧参数或焊炬位置参数(例如,电压,如图示)的最小值、目标值和最大值相关的更详细输入(例如,与针对上限值和下限值允许偏离目标值多少相关,等等)。在某些实施例中,当针对给定作业而选择一个行程以上时,可针对作业内的每一行程而个别地设定电弧参数和/或焊炬位置参数的最小值、目标值和最大值。在某些实施例中,如图示,可经由添加行程按钮1054来允许对给定作业的多行程的性质的键入。

[0285] 如上文关于图62和图63所论述,当焊接软件244处于实况电弧焊接模式中时,可显示电弧参数。相反,图66图示描述当处于模拟焊接模式中时的焊接软件244的示范性屏幕1056,如焊接模式指示符998所指示。如图示,当焊接软件244处于模拟焊接模式中时,不显示电弧参数,这是因为在此模式中,实际焊接被停用,并且可改为显示指示如此情形的消息。

[0286] 在某些实施例中,在焊炬位置参数下方默认地不显示电弧参数,例如,图62和图63所图示。实际上,图67图示默认描绘的示范性屏幕1058(即,在已起始焊接测试之前)。如图示,代替电弧参数,将焊接过程概述窗格1060图示成向用户概述给定测试焊接的整体性质(例如,目标性质)是什么。在某些实施例中,从焊接过程概述窗格1060,用户可选择“查看WPS”按钮1062,这将导致显示图68所图示的屏幕1064。如图示,图68是与焊接测试会话或焊

接测试作业的所有参数(例如,所述参数可经由图64和图65所图示的各种作业开发标签1014到1030的选择来键入)相关的所有信息的概述。

[0287] 现返回到图67,一旦用户已完成预先测试过程并且准备开始焊接测试,那么在激活焊炬14的扳机70以开始焊接测试之后,焊接过程概述窗格1060被替换为与电弧参数相关的信息以显示焊接测试的执行期间的电弧参数的实时绘图(例如,参见图69),从而允许用户在焊接测试期间实时地查看与焊炬位置参数和电弧参数相关的所有图形。实际上,在某些实施例中,在激活焊炬14的扳机70以开始焊接测试之后,不管当前正显示什么屏幕,都可替换为例如图69所图示的屏幕996,以使得所有焊炬位置参数和电弧参数可实时地图形显示。

[0288] 图70图示可在测试焊接的执行之后显示的替代屏幕1066。如图示,在某些实施例中,除电弧参数(电压、电流、送丝速度)之外,热输入1068也可被显示,并与所有其它焊炬位置参数和电弧参数一样,沿着其相应时间系列而时间同步。通常,所检测的电压和电流数据以及所检测的行进速度数据可用于针对沿着时间序列的每一时间点(例如,基于时间)或在沿着焊接接头的每一位置处(例如,基于距离)实时地计算热输入。明确地说,在某些实施例中,可如下按照电压、电流和行进速度(以英寸/分钟为单位)而计算热输入(以千焦为单位):

$$[0289] \quad \text{热输入} = \frac{\text{电流} \times \text{电压} \times 60}{1000 \times \text{行进速度}}$$

[0290] 此外,虽然图70中未图示,但在某些实施例中,可如下使用可由用户检测或指定的送丝速度(WFS;以英寸/分钟为单位)、行进速度(以米/分钟为单位)以及效率(%)的预定值以及焊丝直径(以毫米为单位)来实时地计算焊缝大小(角焊缝大小;以毫米为单位):

$$[0291] \quad \text{角焊缝大小} = \sqrt{\frac{\left(\frac{\pi}{4} \times \text{焊丝直径}^2 \right) \times (25.4 \times \text{WFS}) \times \text{效率}}{1000 \times \text{行进速度}}}$$

[0292] 在某些实施例中,效率的预定值可考量任何所检测的飞溅物,这可使用以理查德·马丁·哈奇森(Richard Martin Hutchison)等人之名在2012年3月30日申请的第2013/0262000号美国专利申请“用于分析飞溅物产生事件的装置和方法(Devices and Methods for Analyzing Spatter Generating Events)”中所公开的技术来确定,其中所述美国专利申请全文并入本文中。例如,可调整效率的预定值以例如在确定发生较多飞溅物产生事件时降低效率的预定值,在确定发生较少飞溅物产生事件时提高效率的预定值,等等。

[0293] 如本文所使用,术语“预定范围”可意味以下各者中的任一个:由预定上限和预定下限限定的数字的群组、大于预定极限的数字的群组以及小于预定极限的数字的群组。此外,范围可包含等于一个或多个预定极限的数字。

[0294] 虽然仅在本文中说明和描述本发明的某些特征,但对于本领域的技术人员来说,将清楚许多修改和改变。因此,应理解,随附权利要求书希望涵盖落入本发明的真实精神内的所有这些修改和改变。

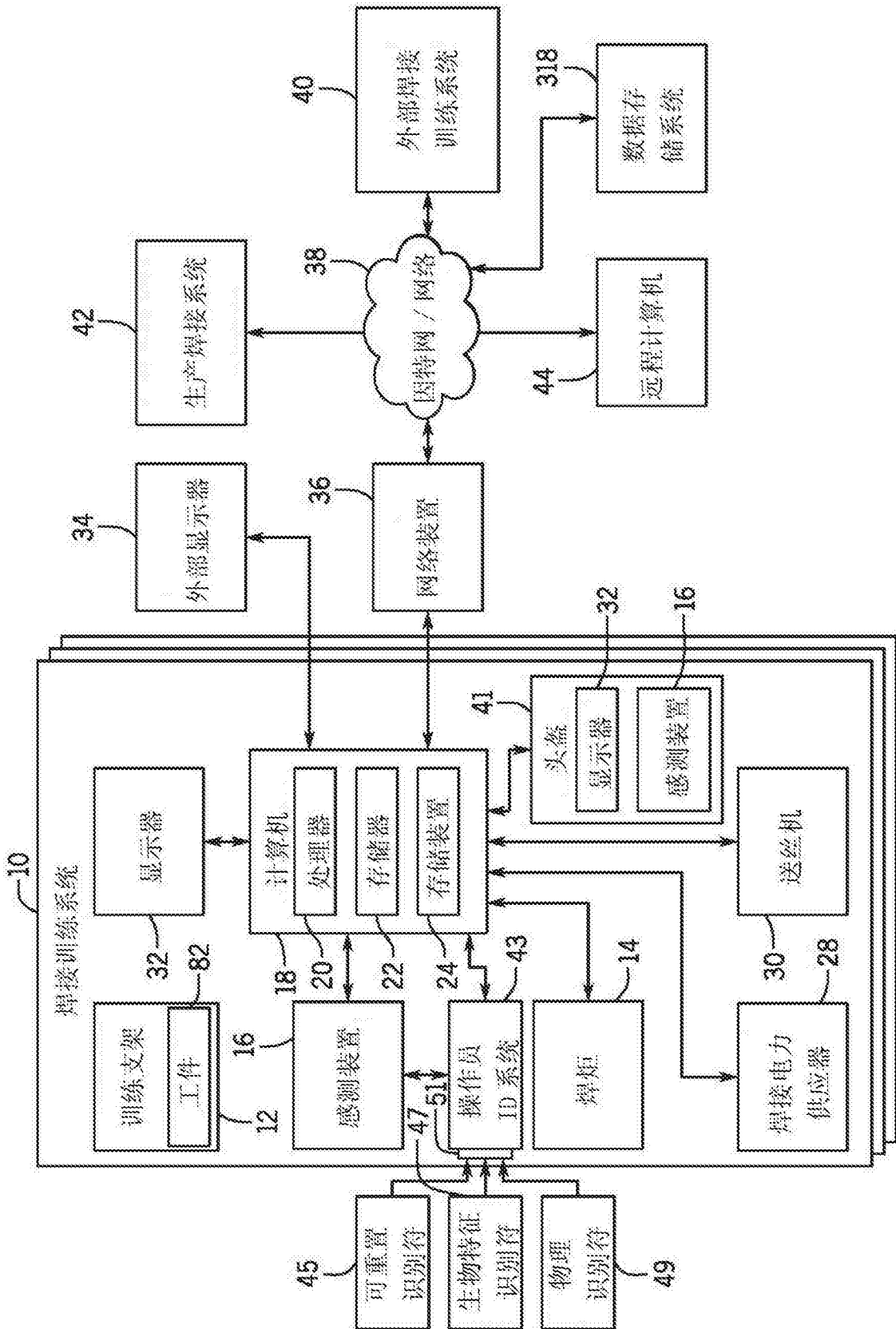


图1

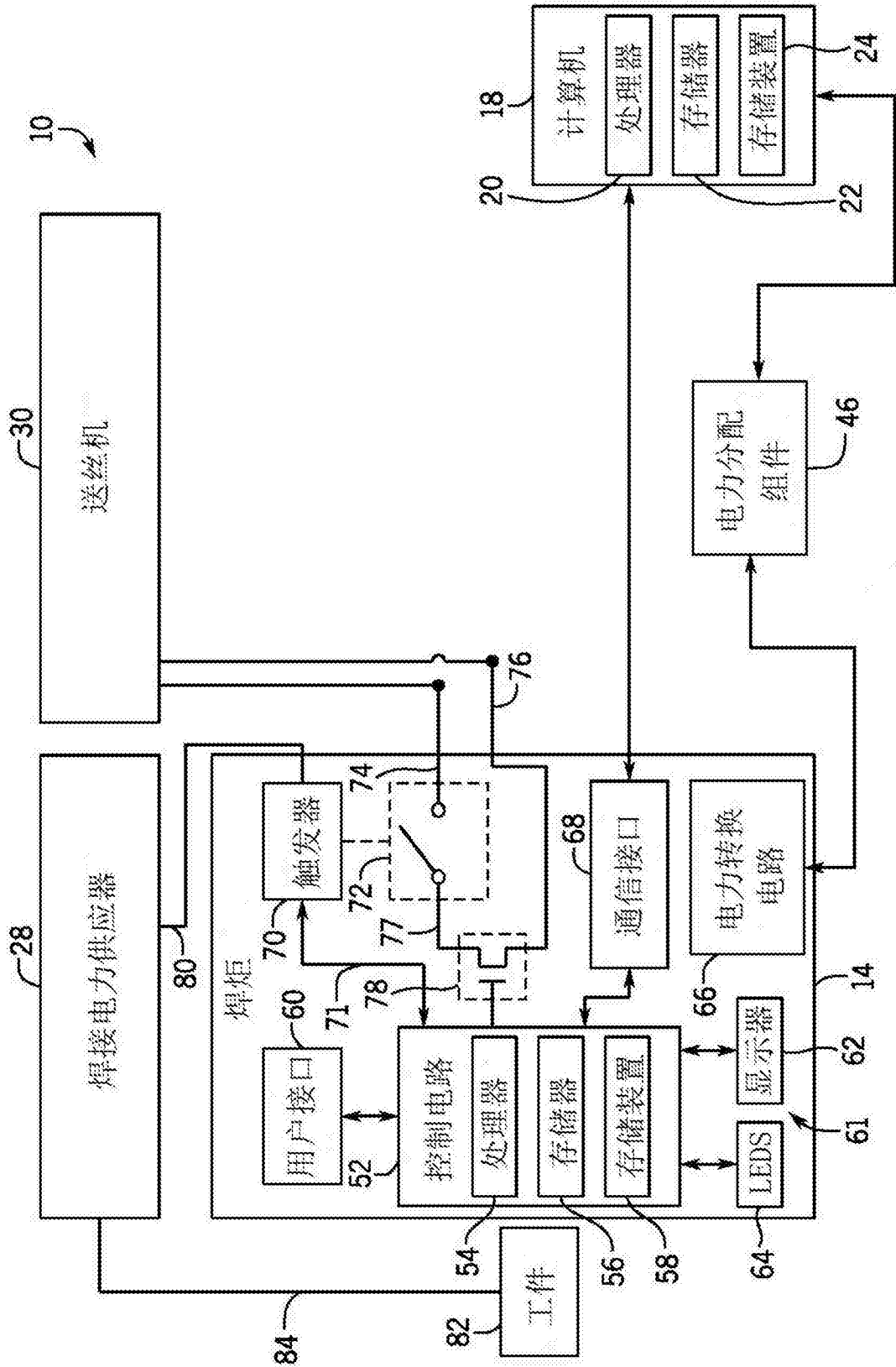


图2

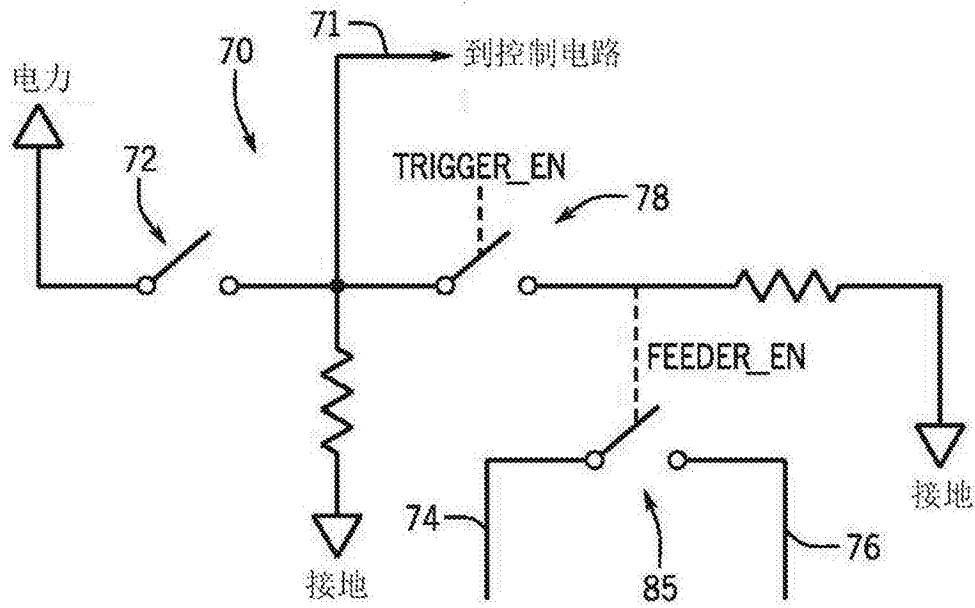


图2A

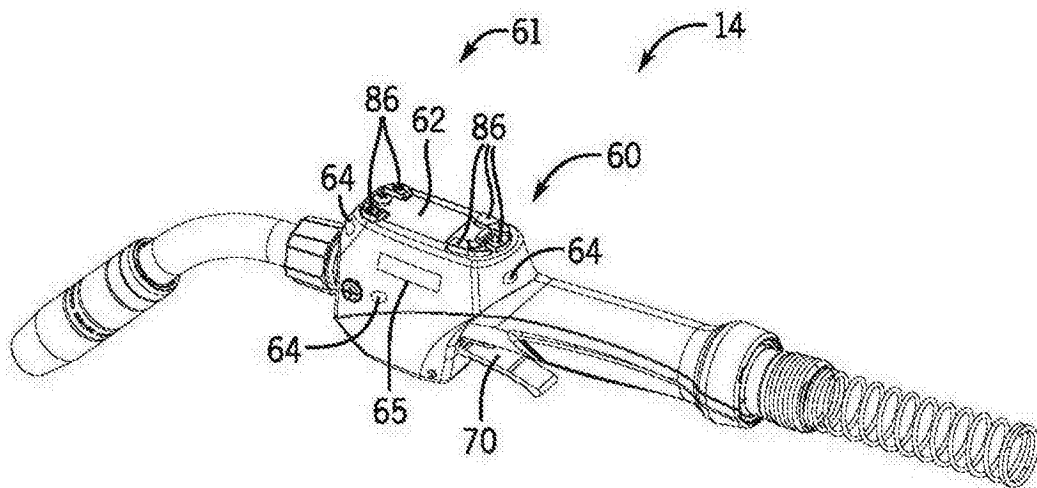


图3

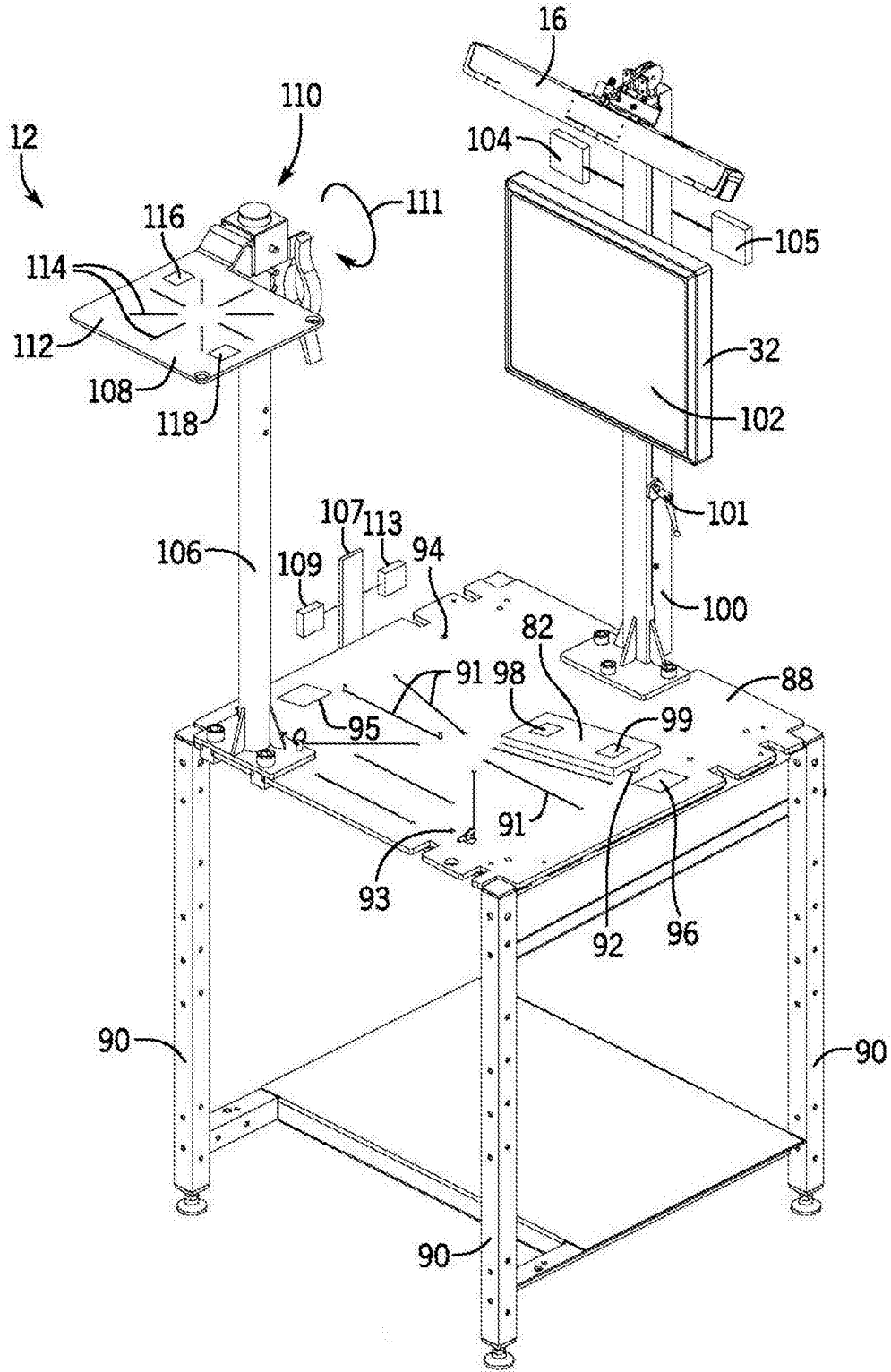


图4

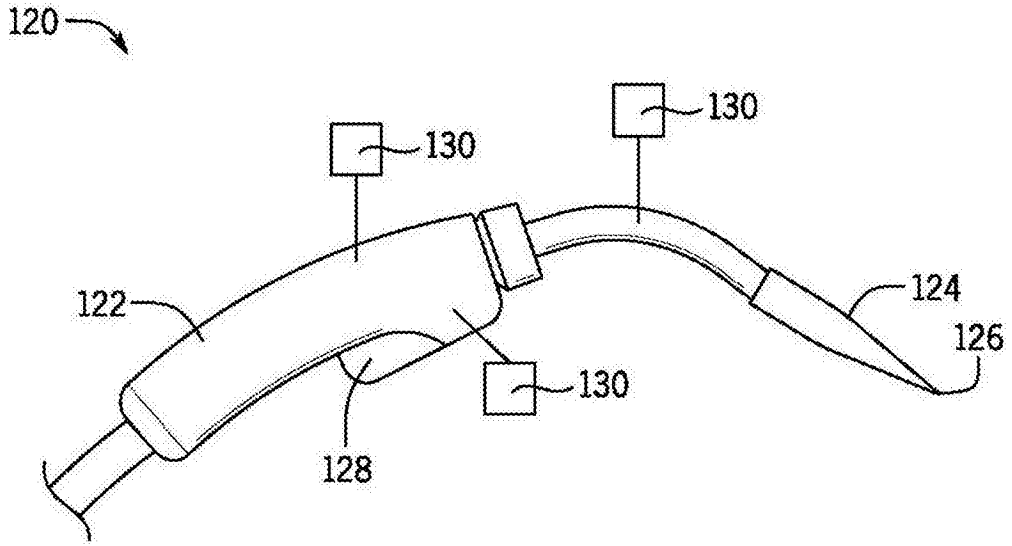


图5

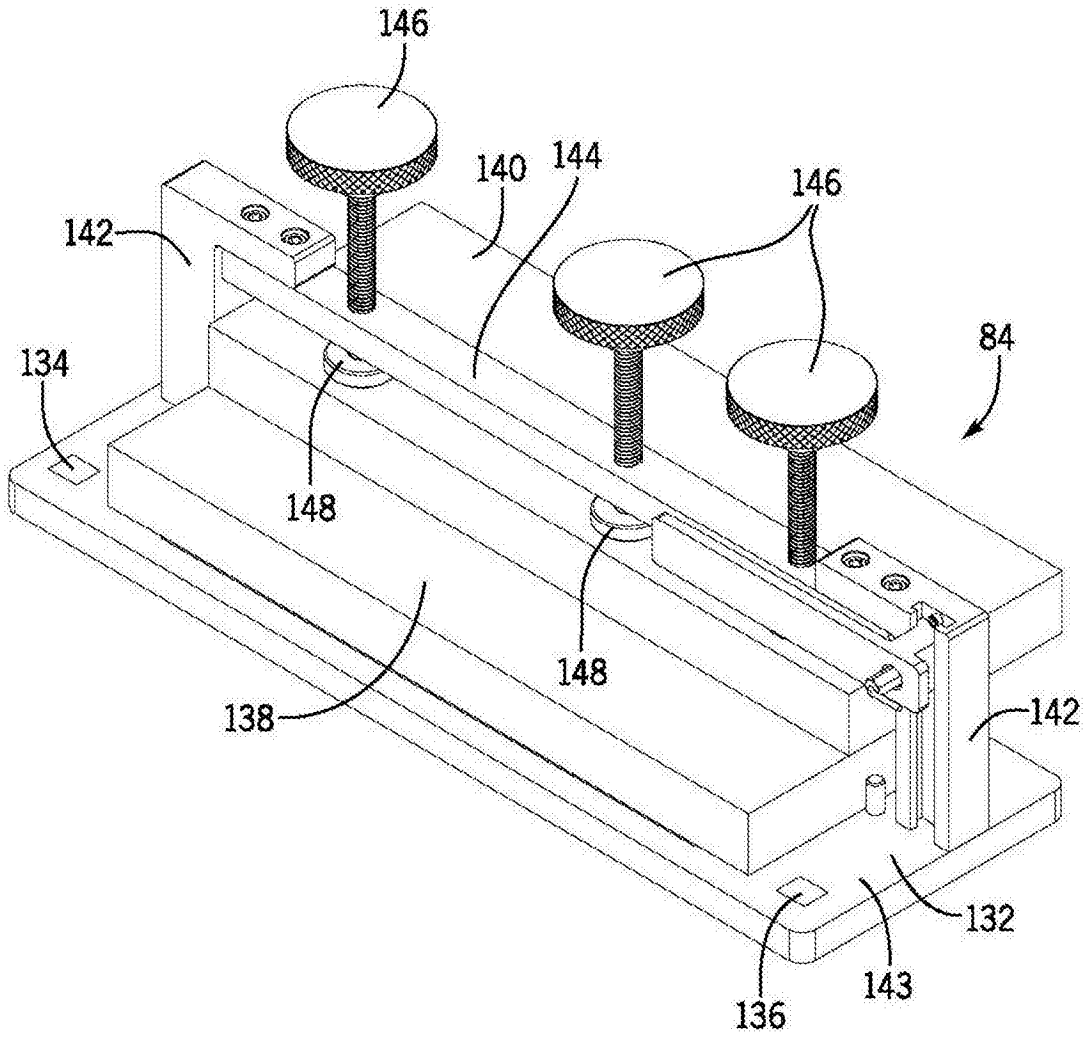


图6

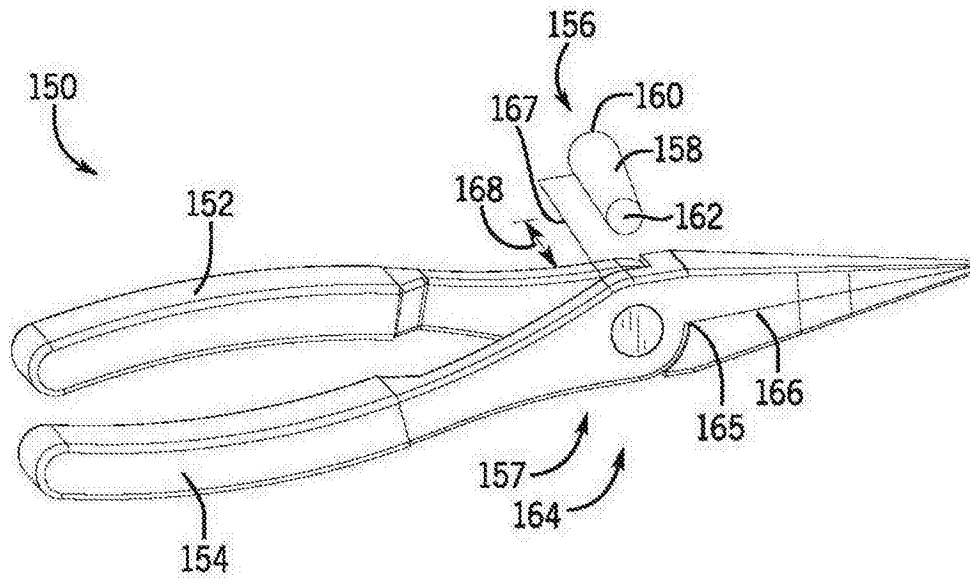


图7

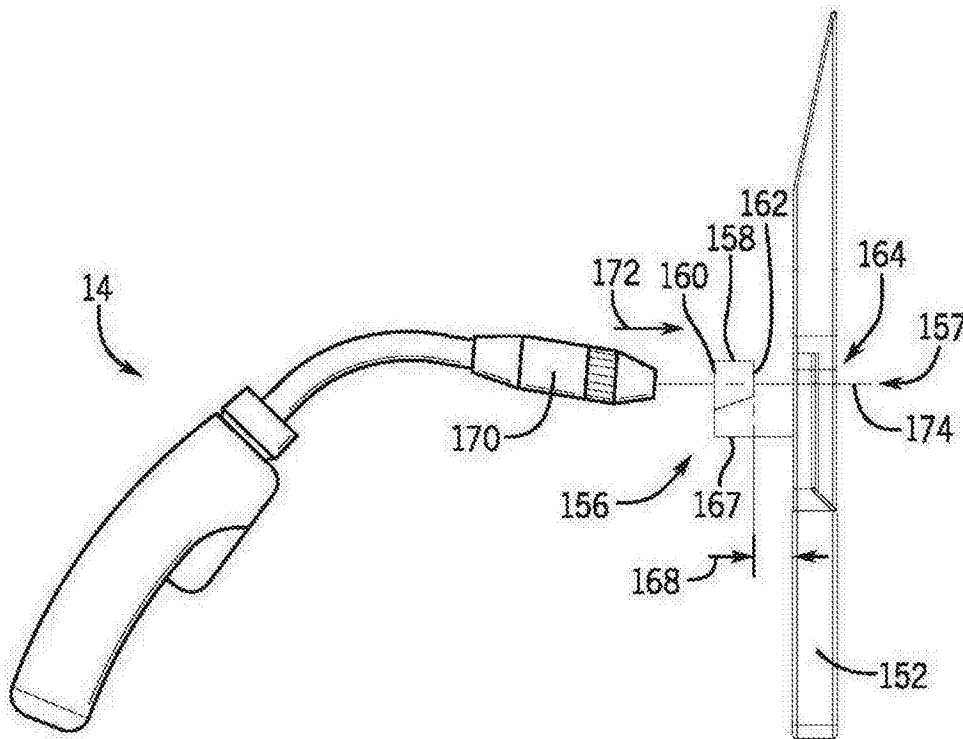


图8

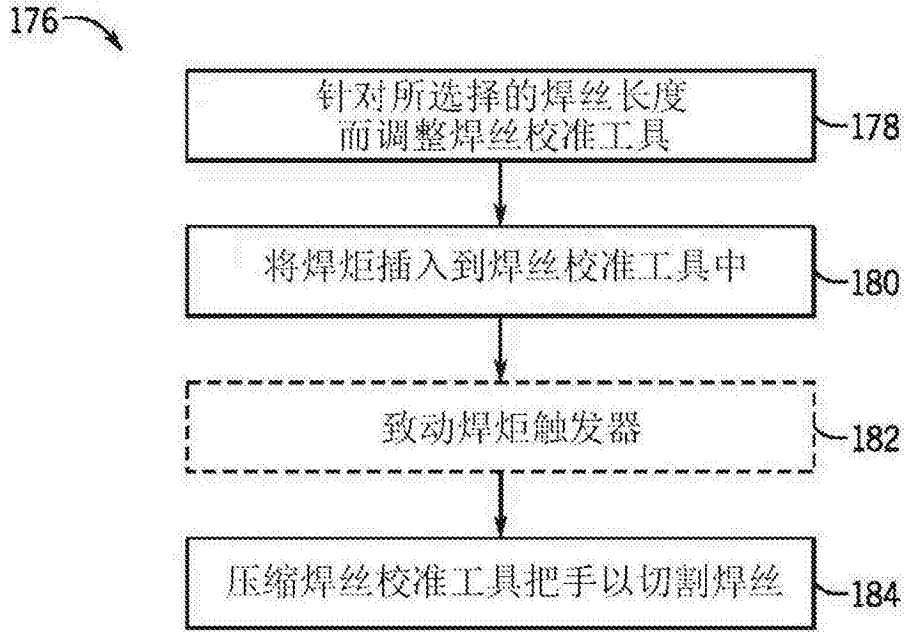


图9

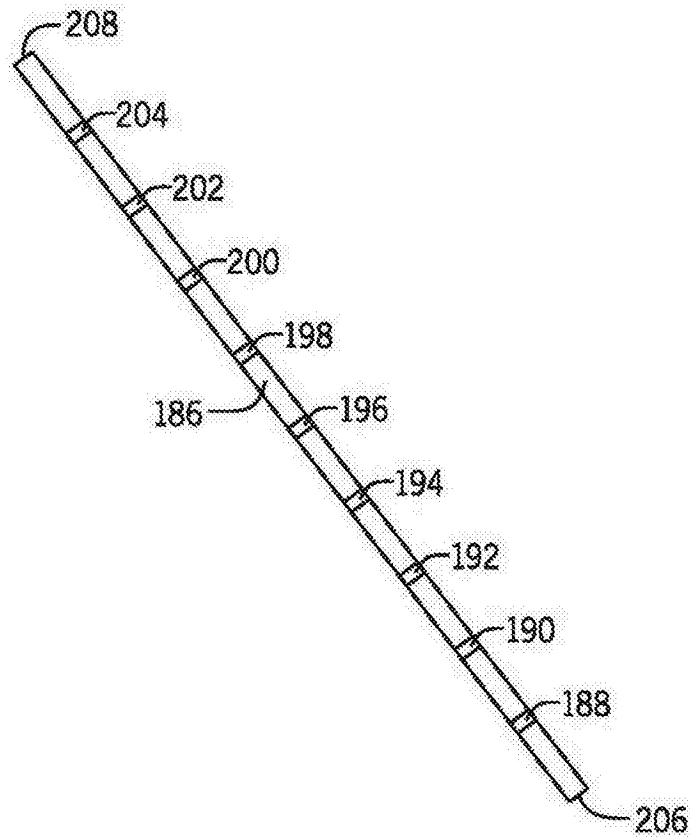


图10

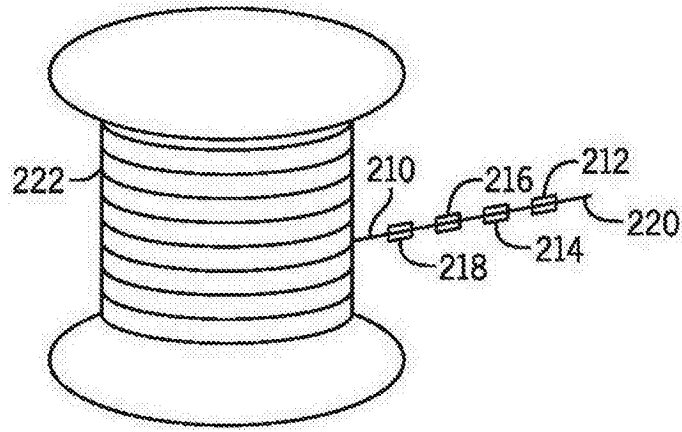


图11

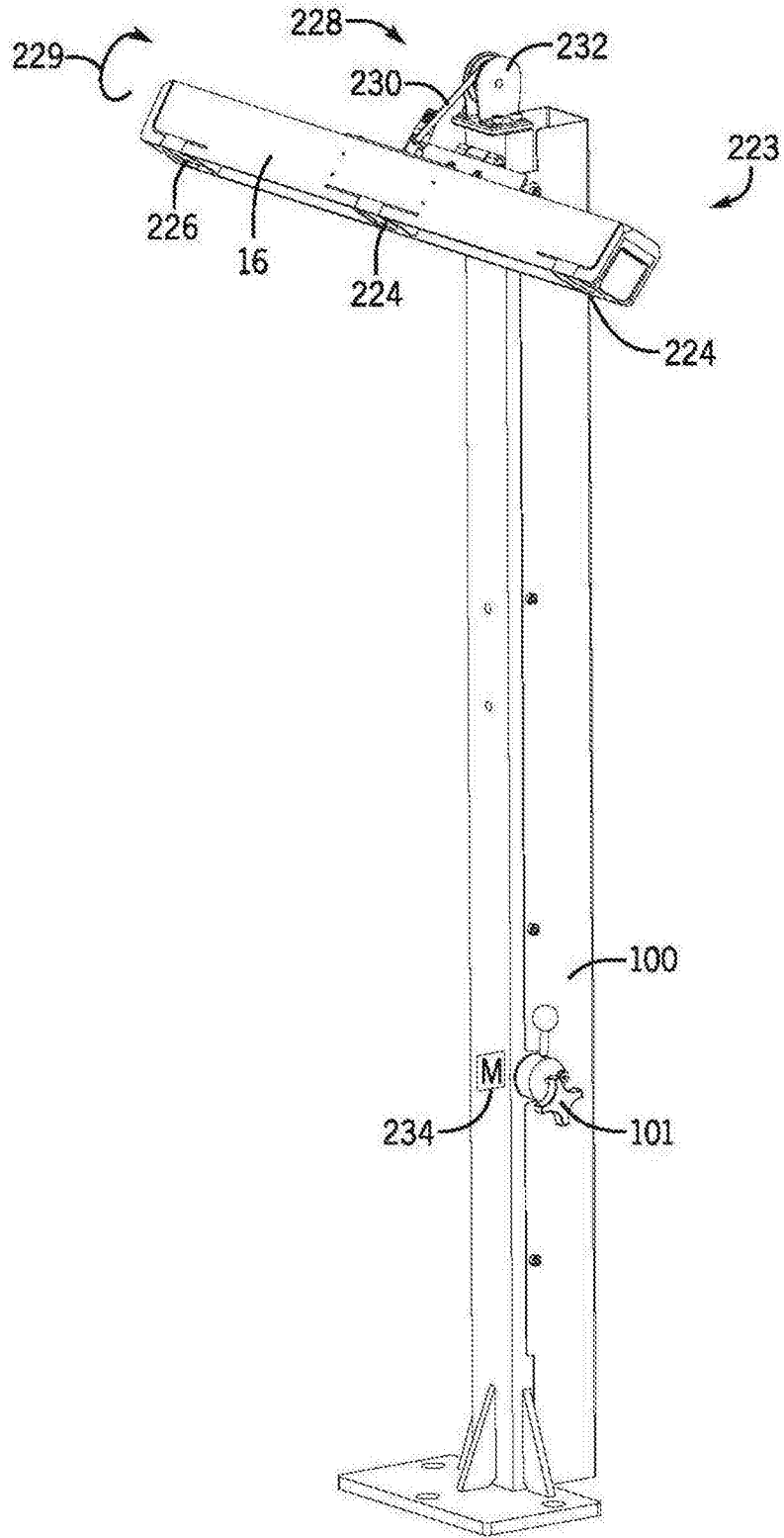


图12

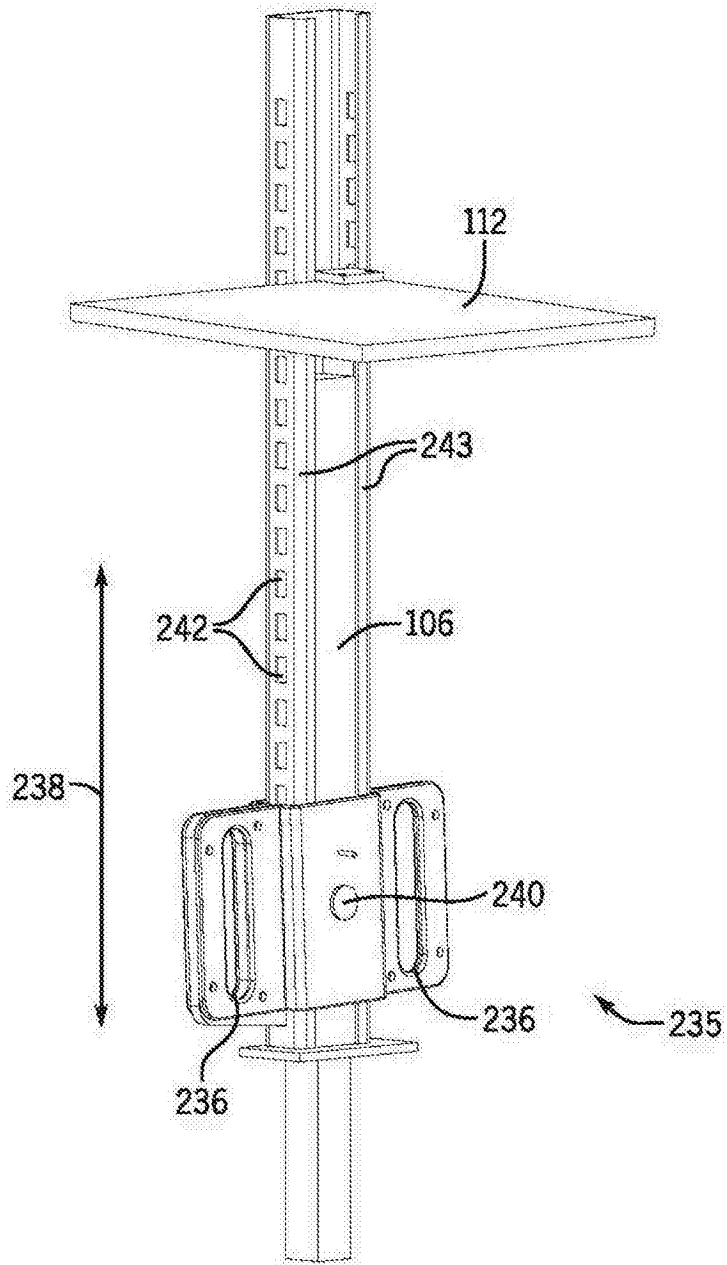


图13

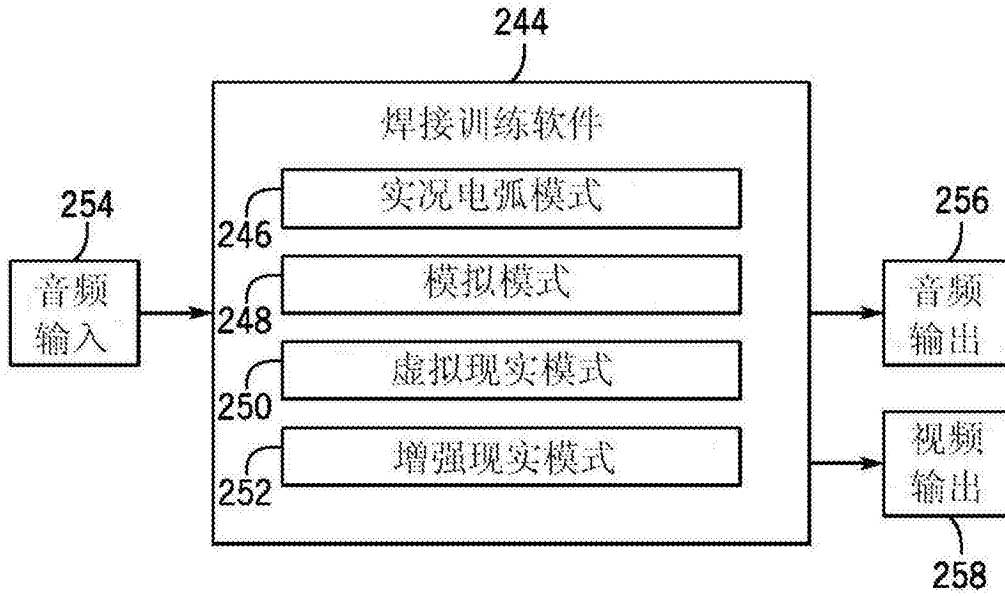


图14

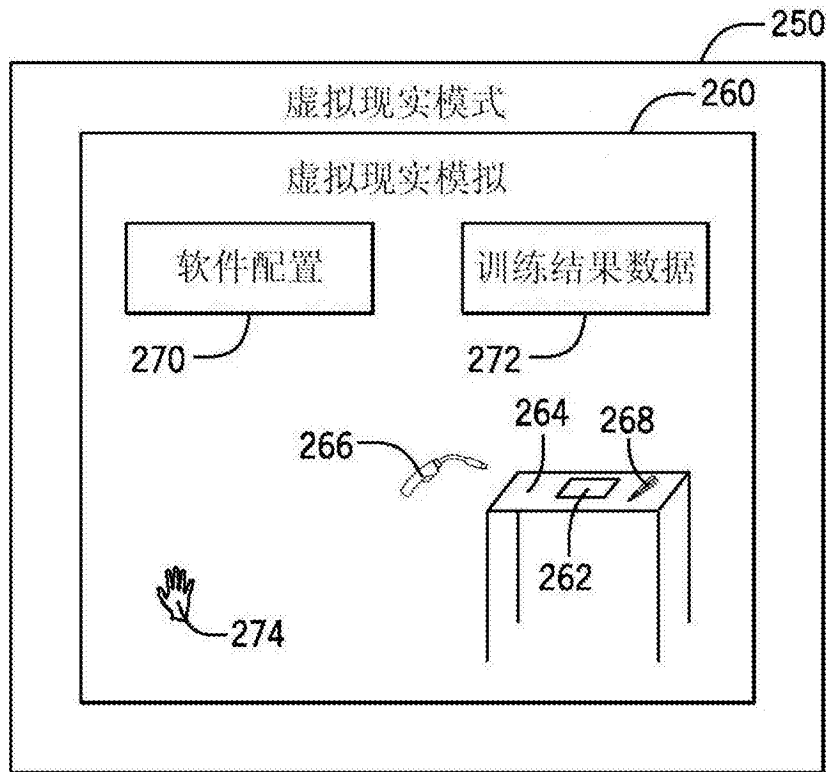


图15

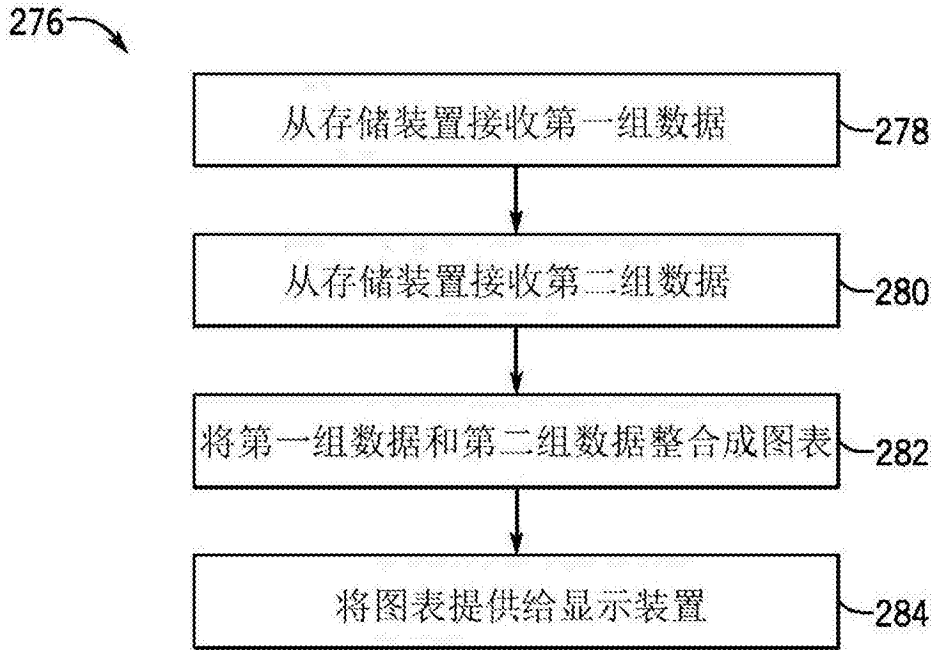


图16

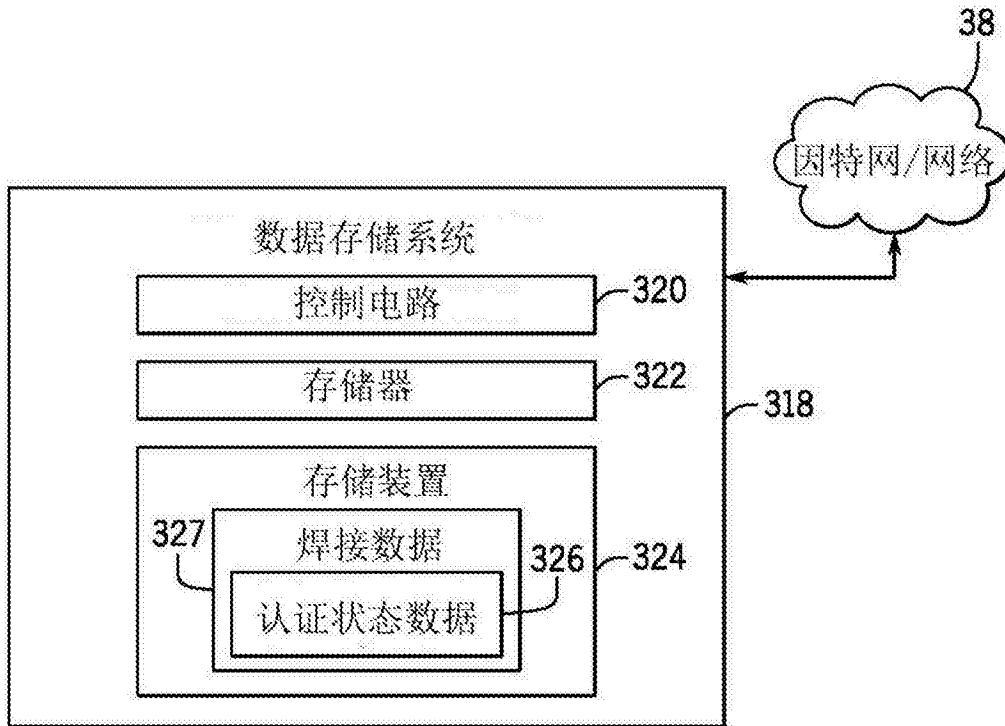


图19

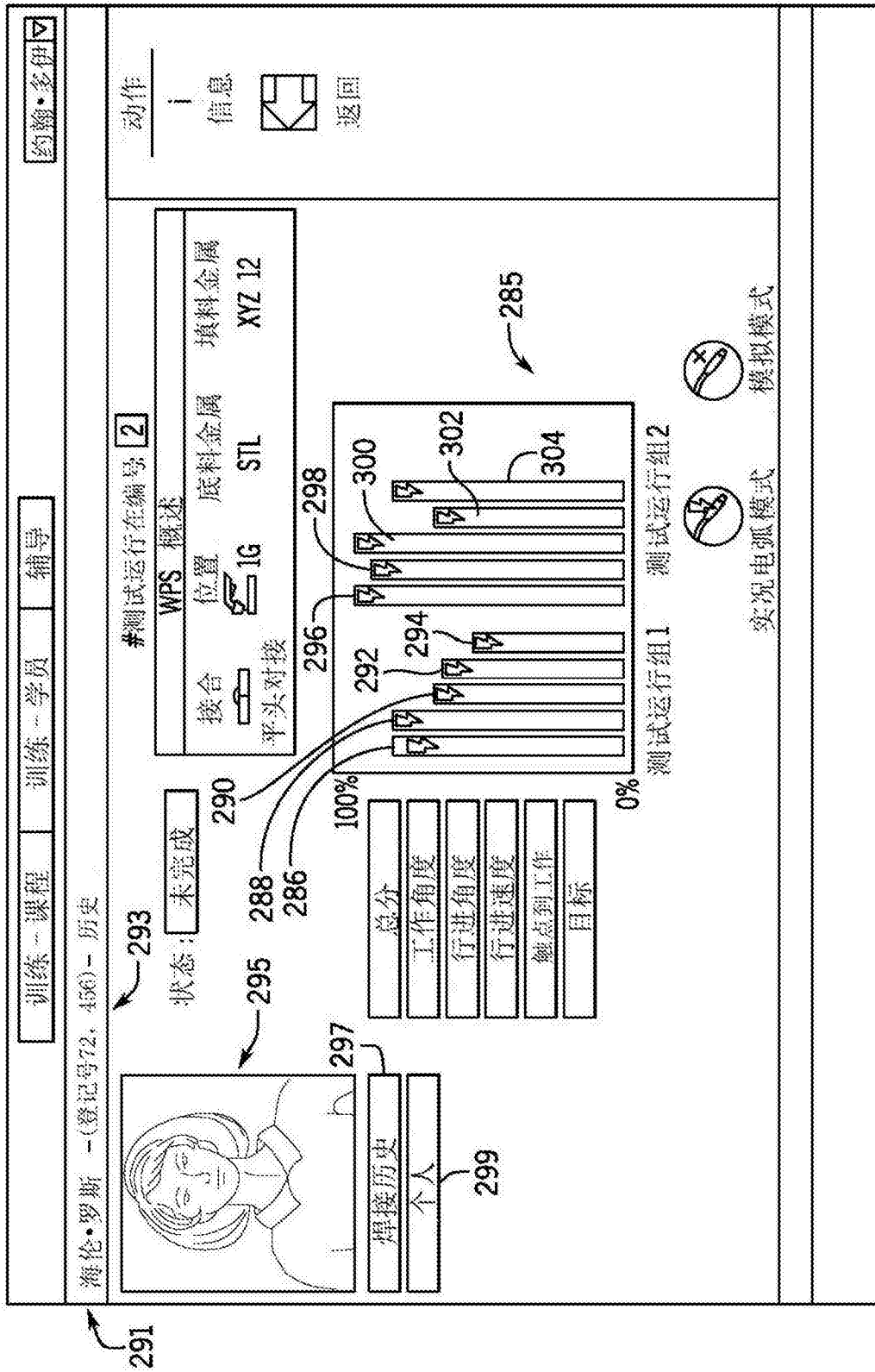


图17

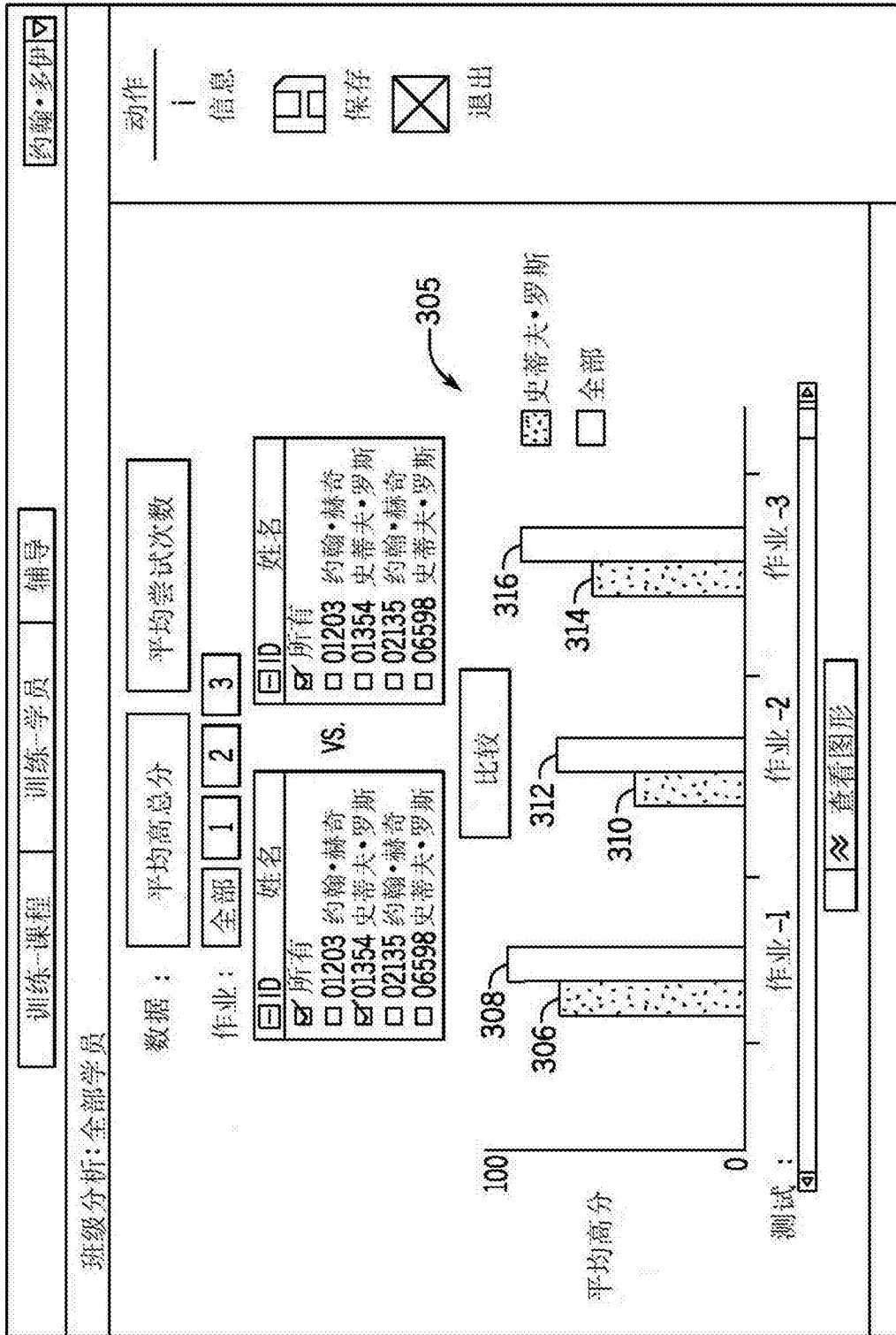


图18

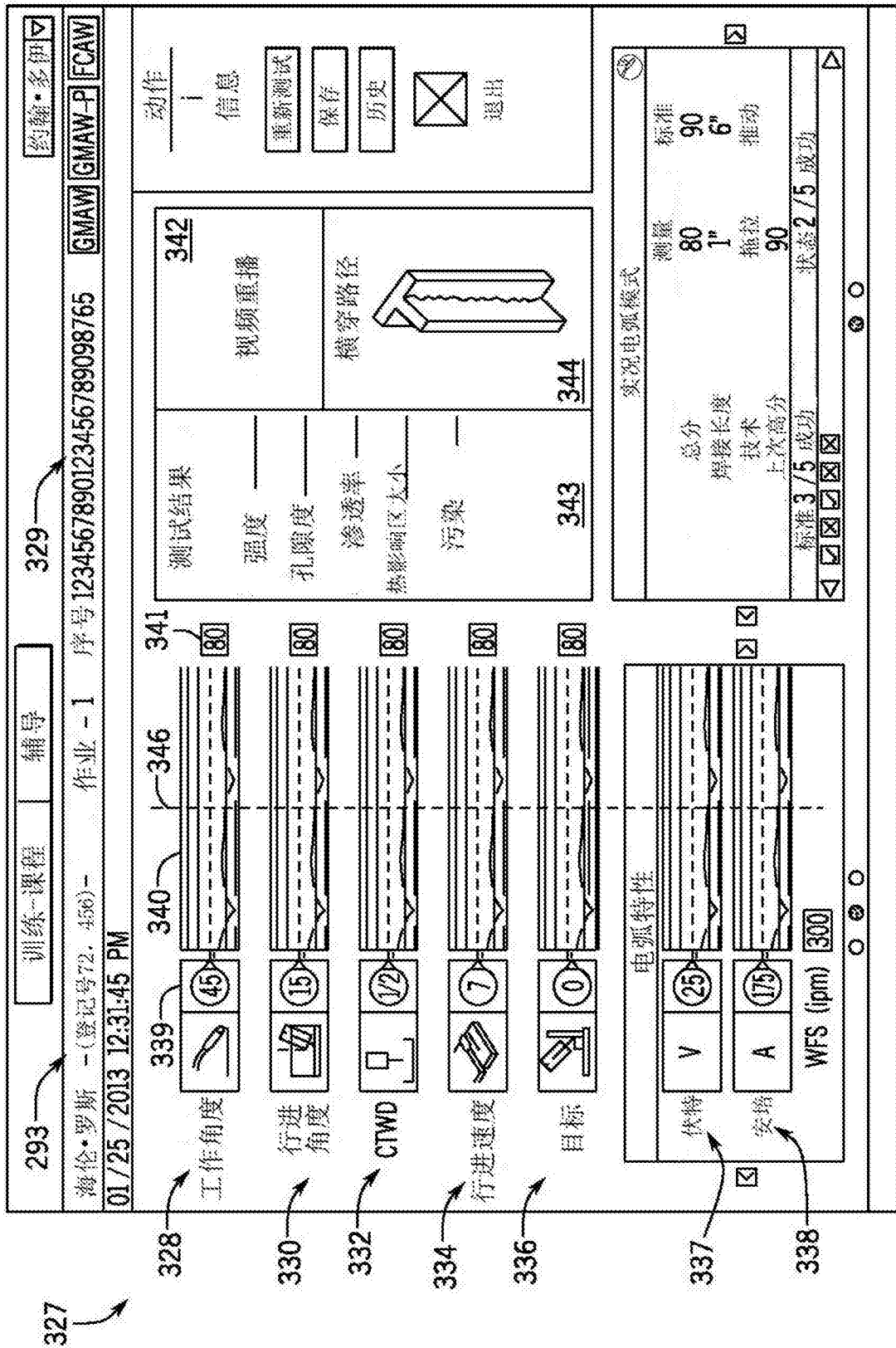


图20

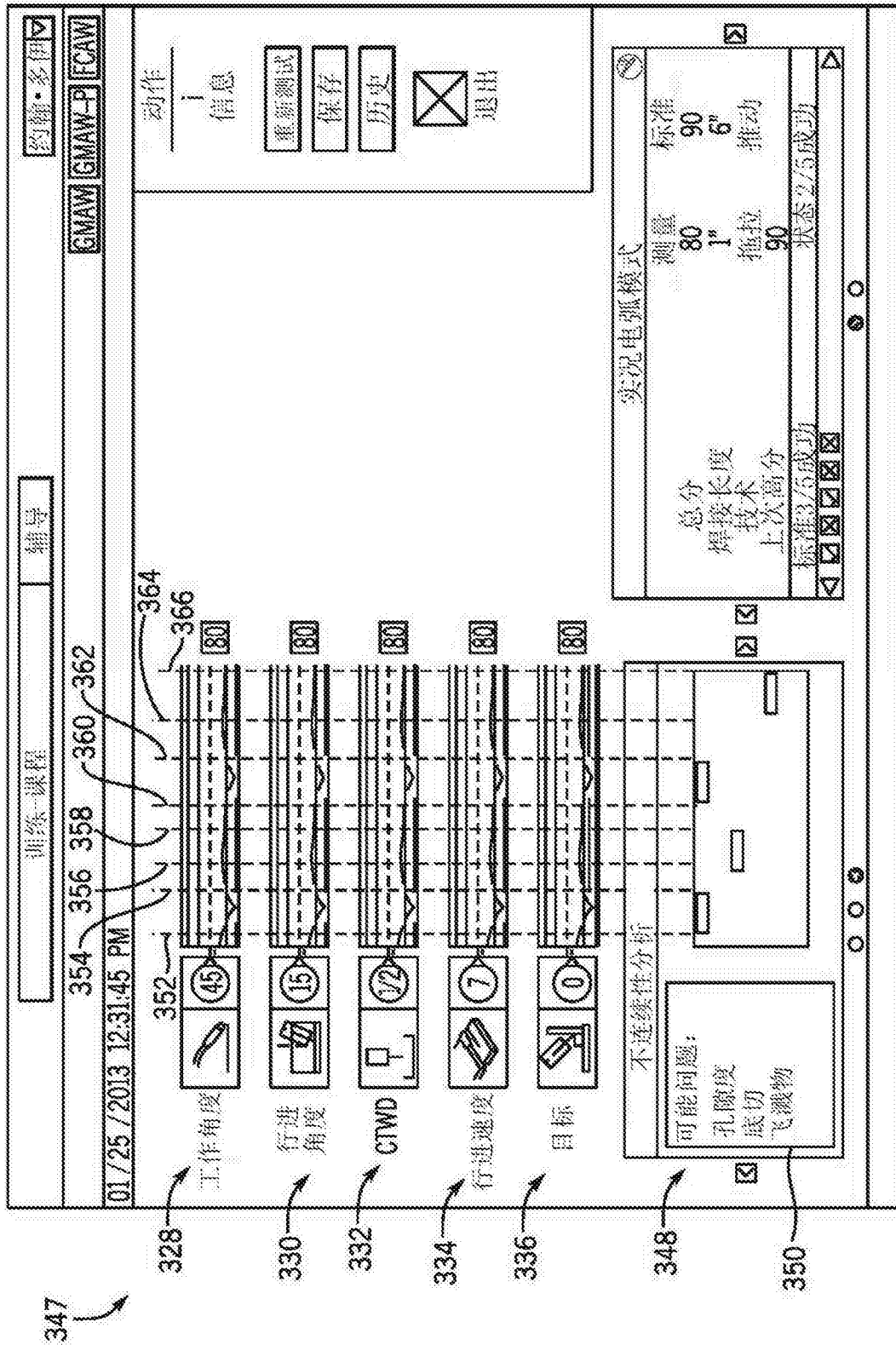


图21

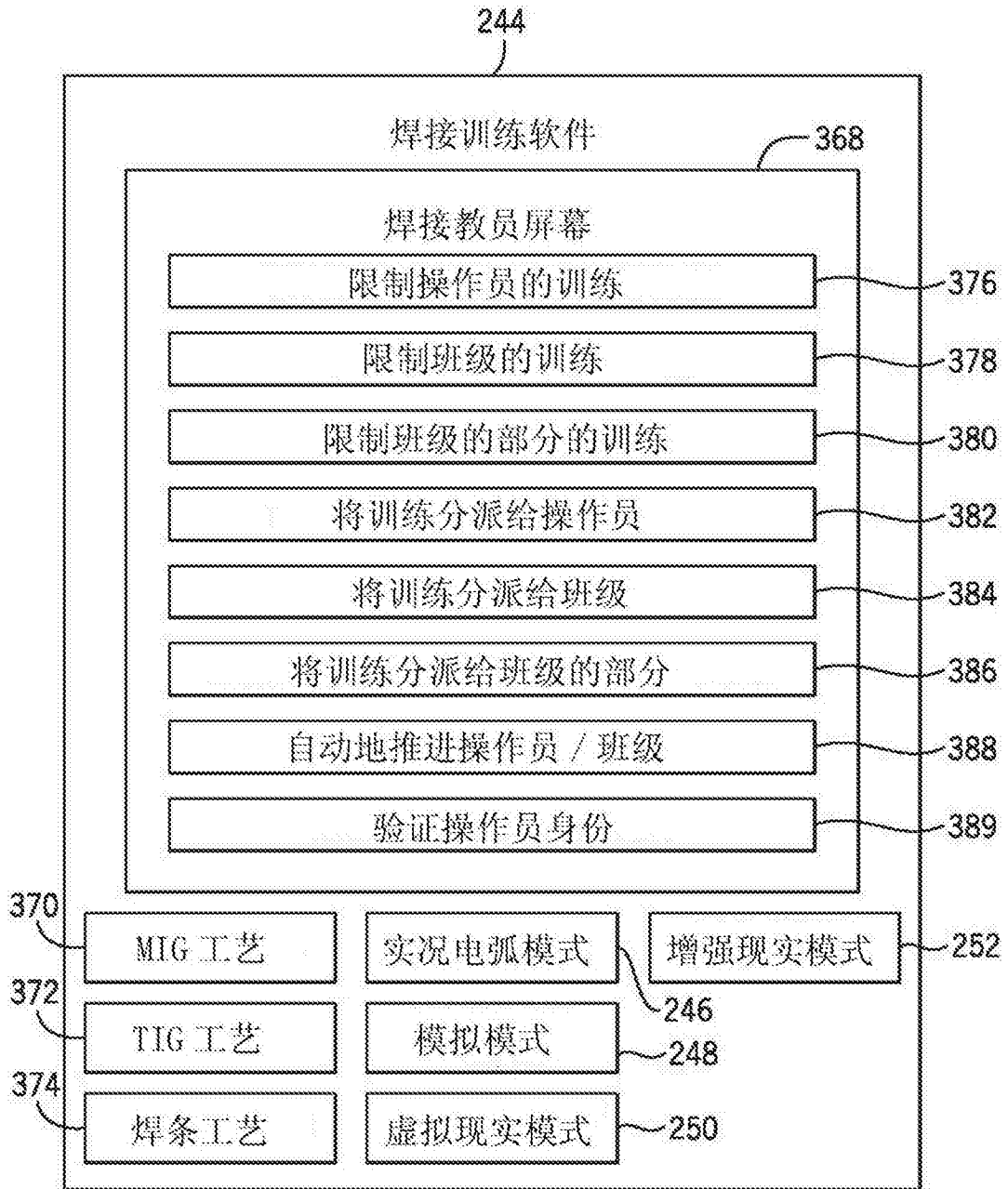


图22

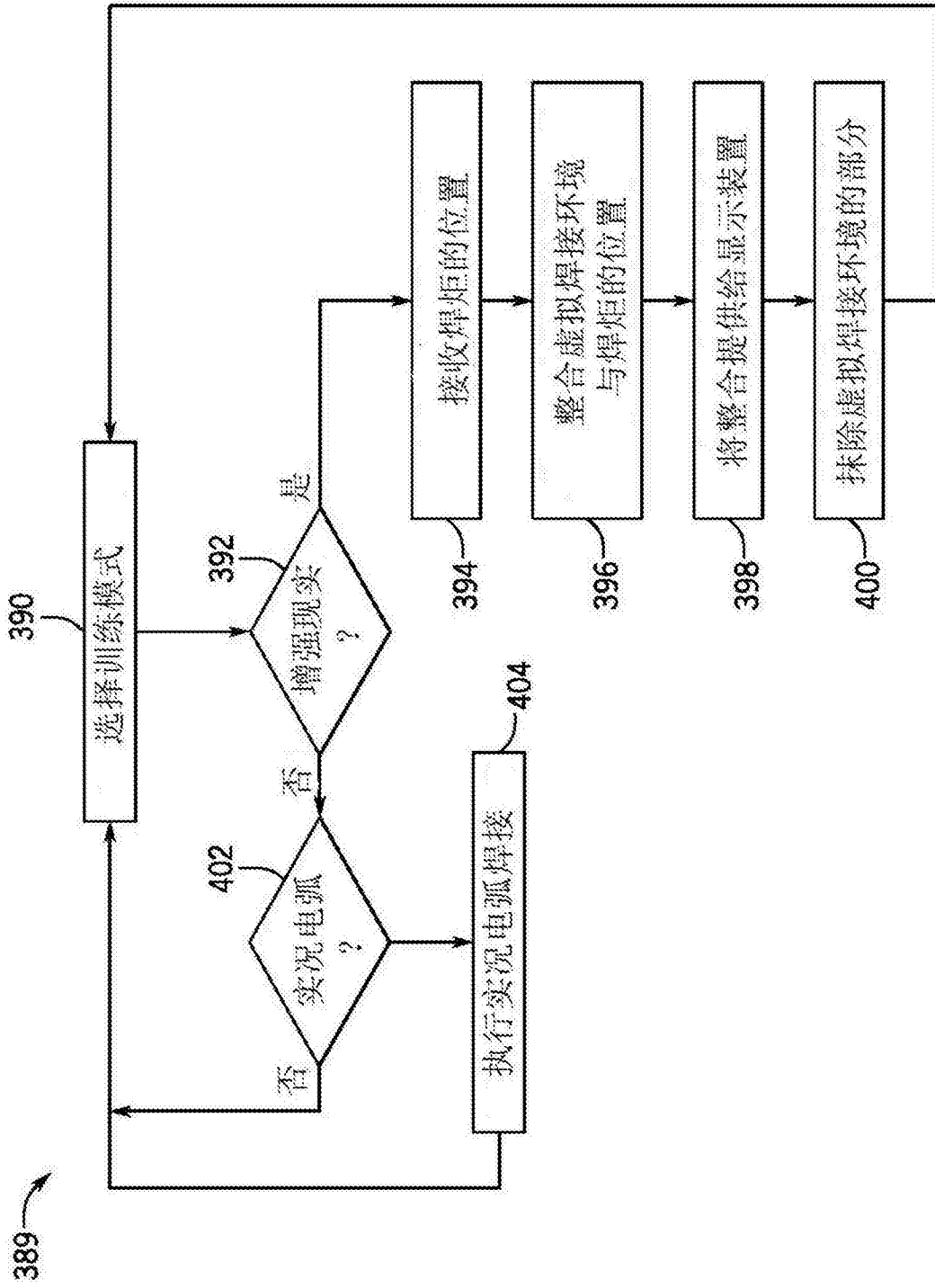


图23

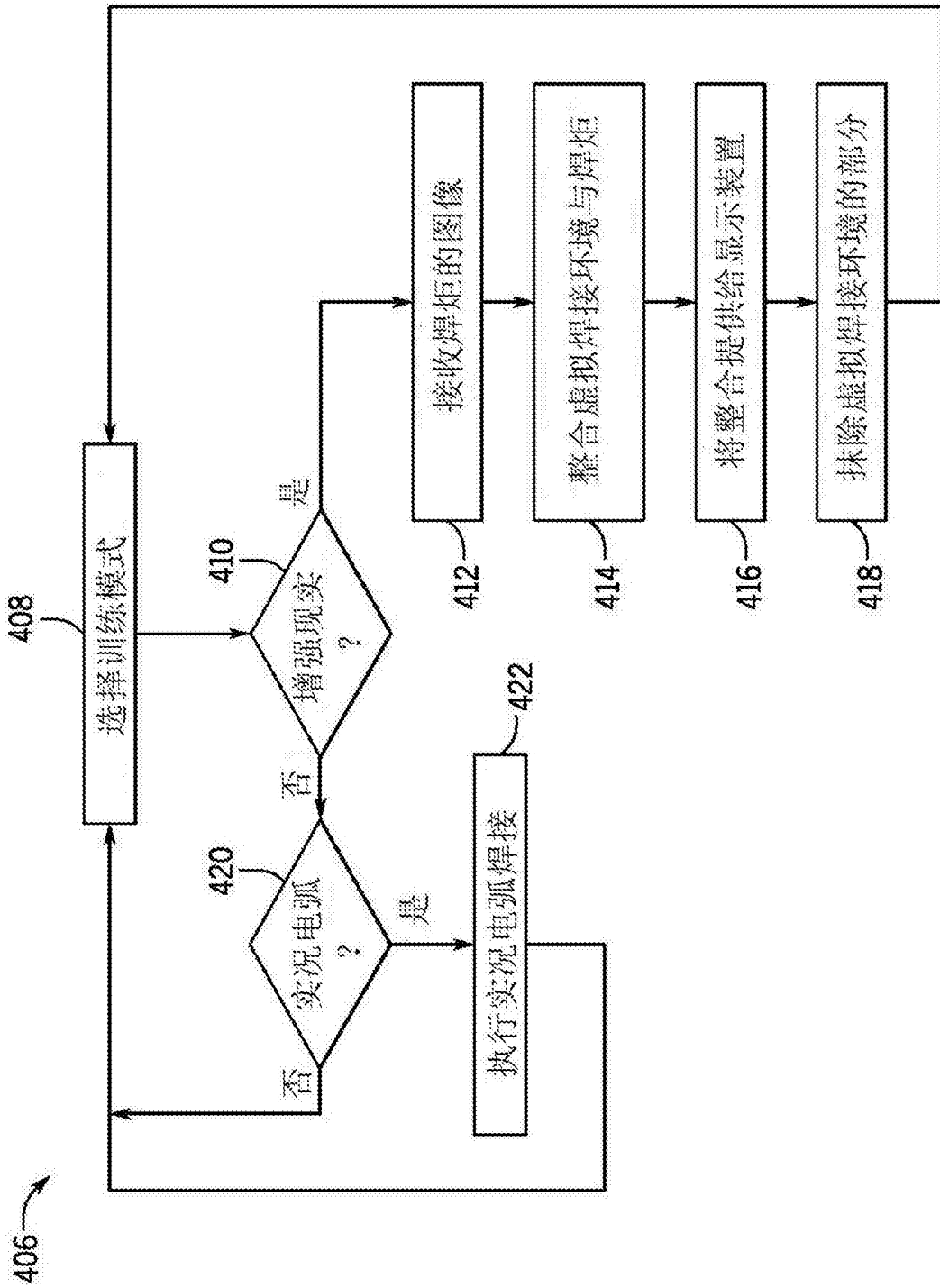


图24

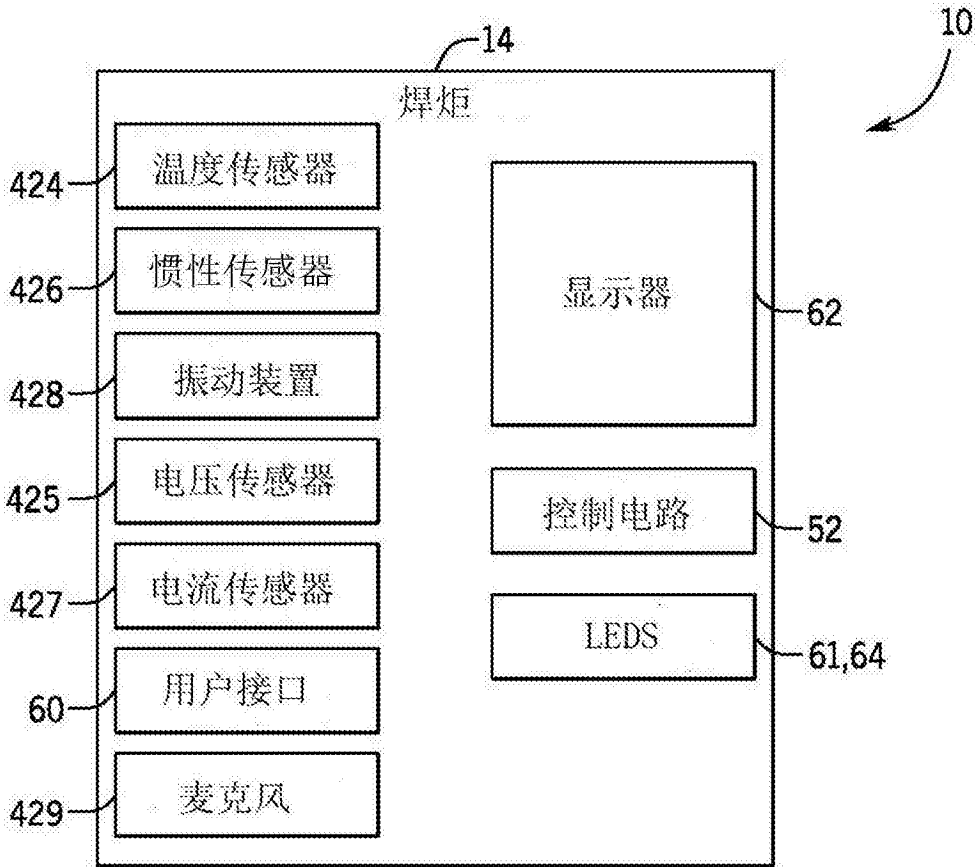


图25

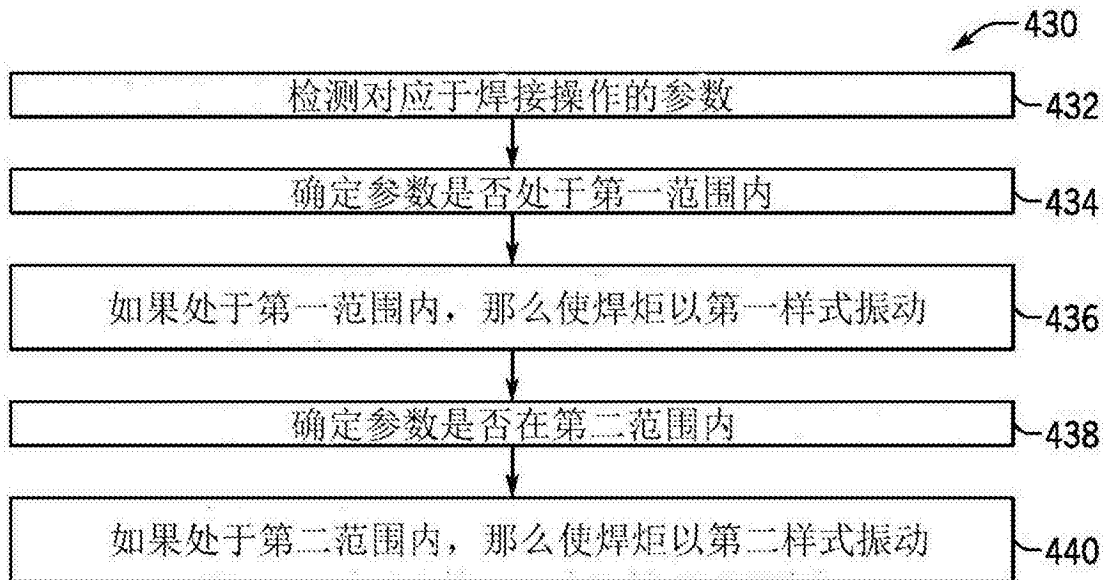


图26

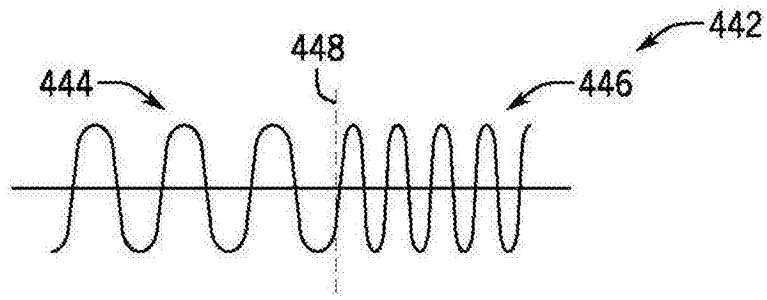


图27

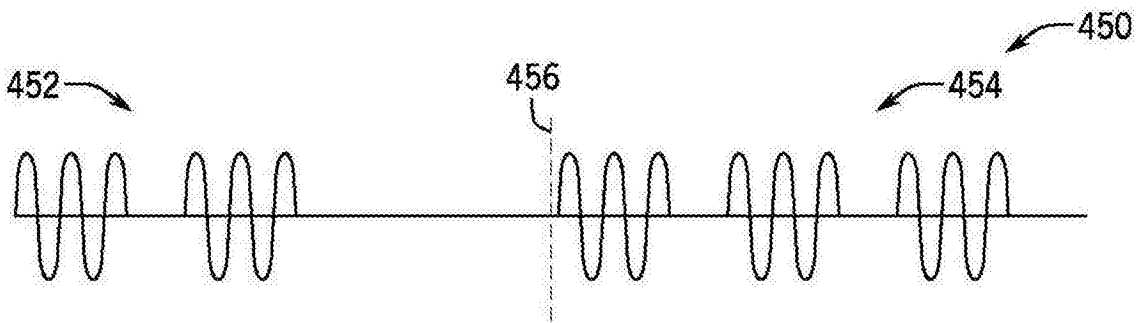


图28

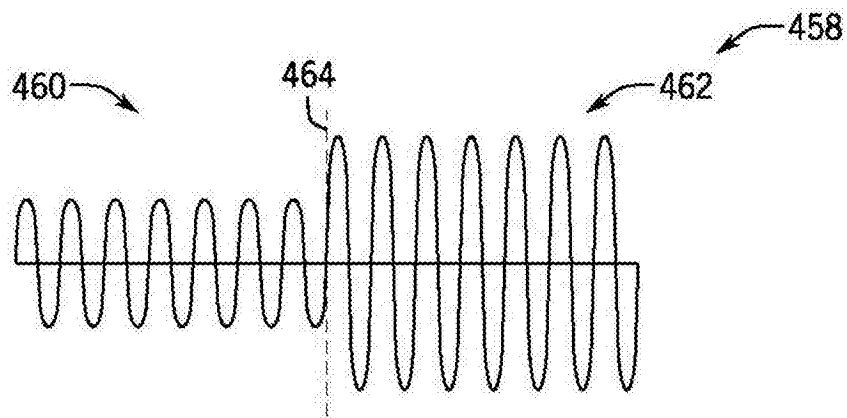


图29

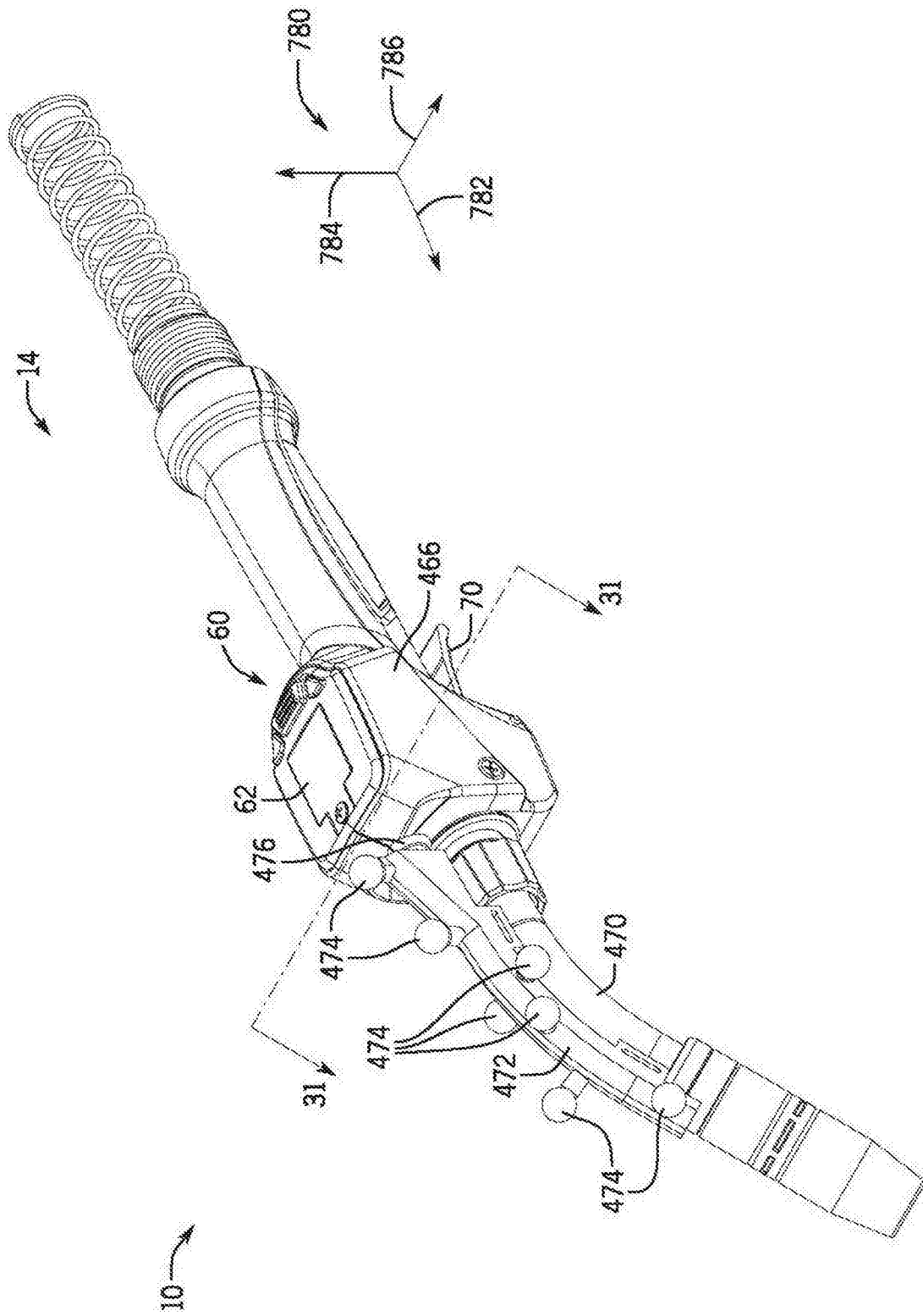


图30

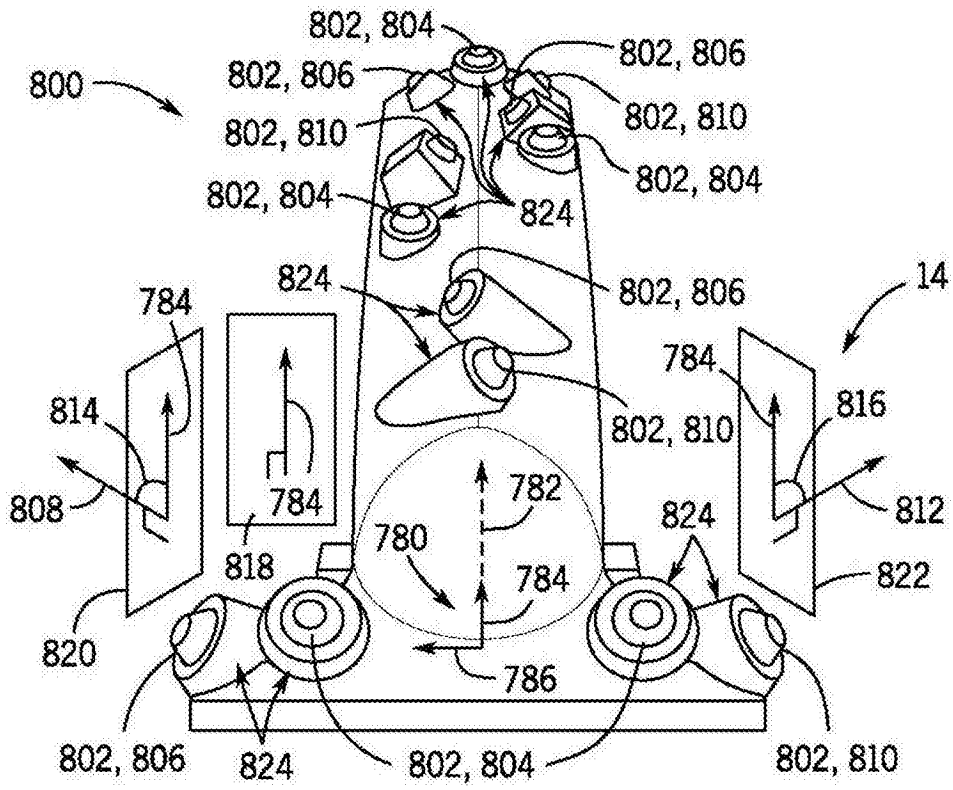


图31

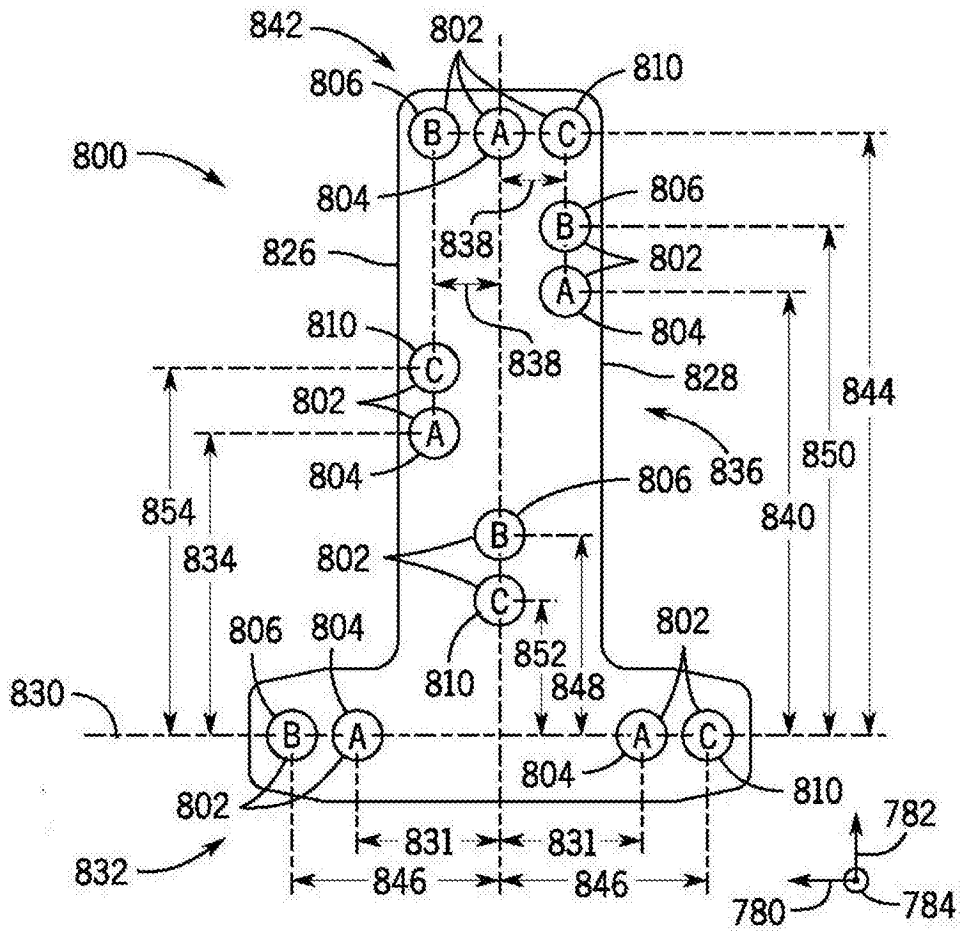


图32

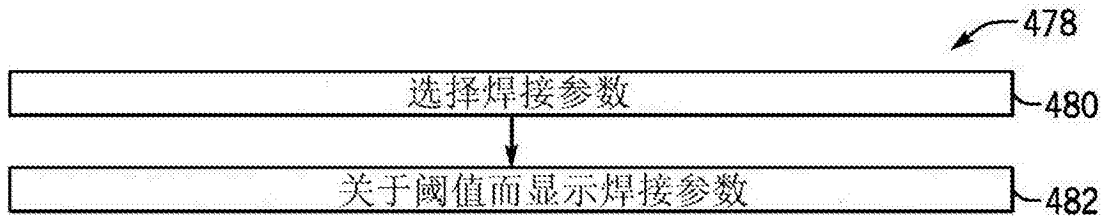


图33

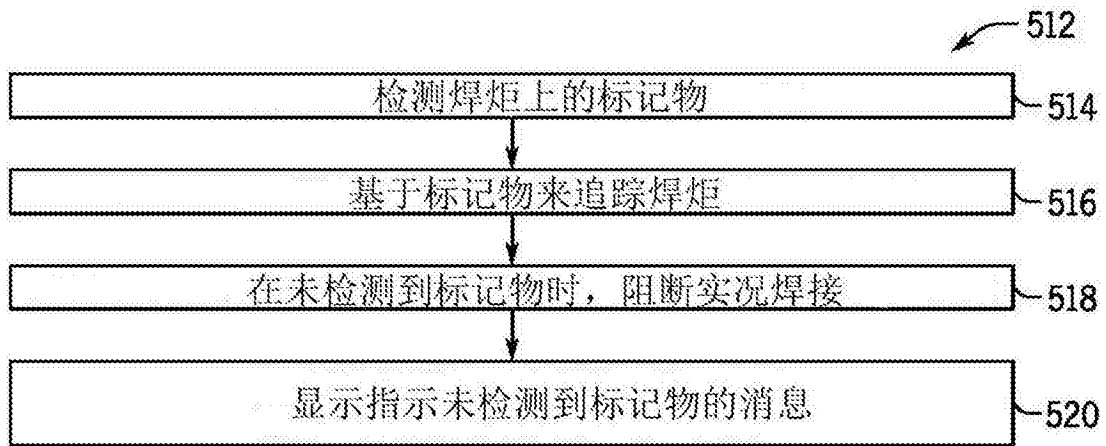


图35

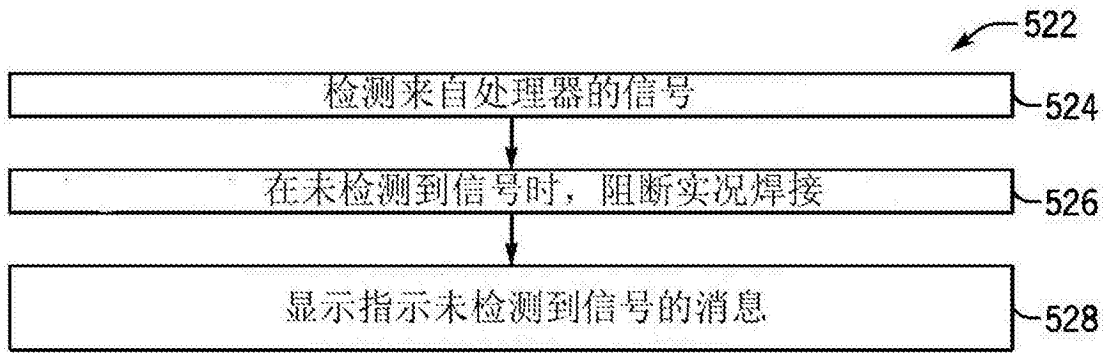


图36

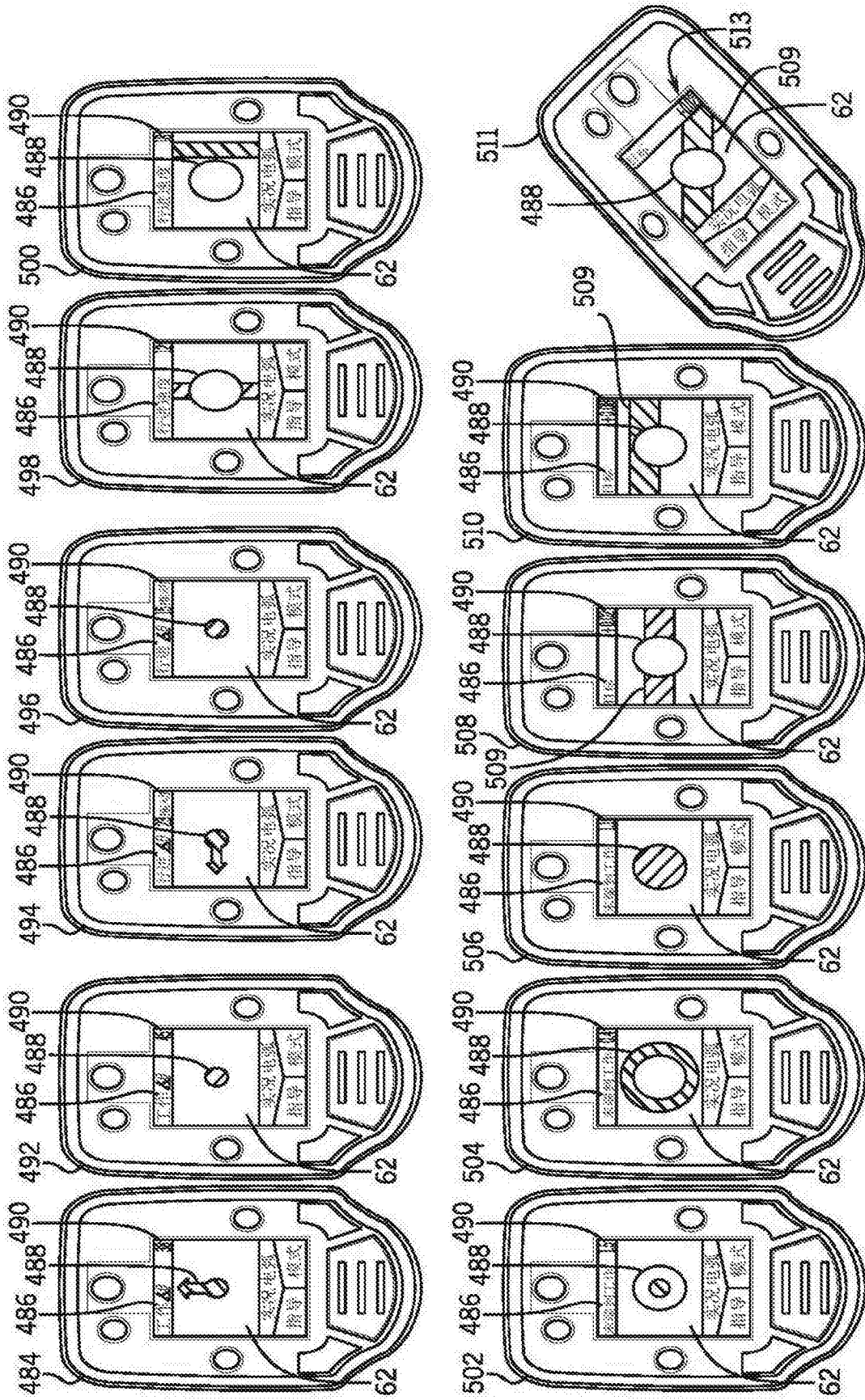


图34

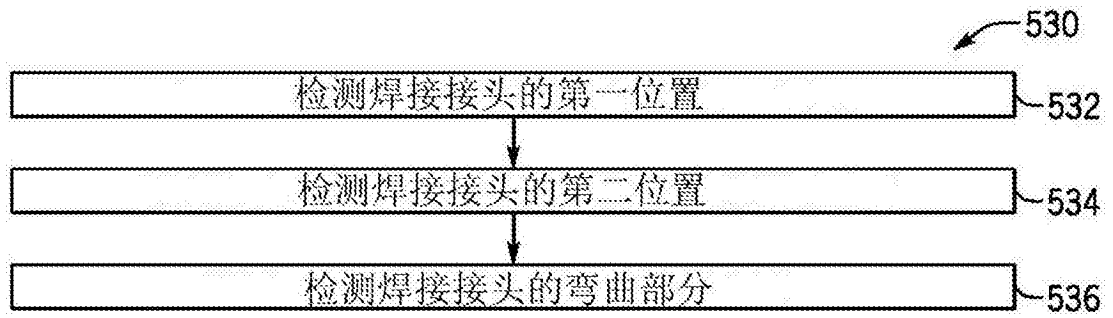


图37

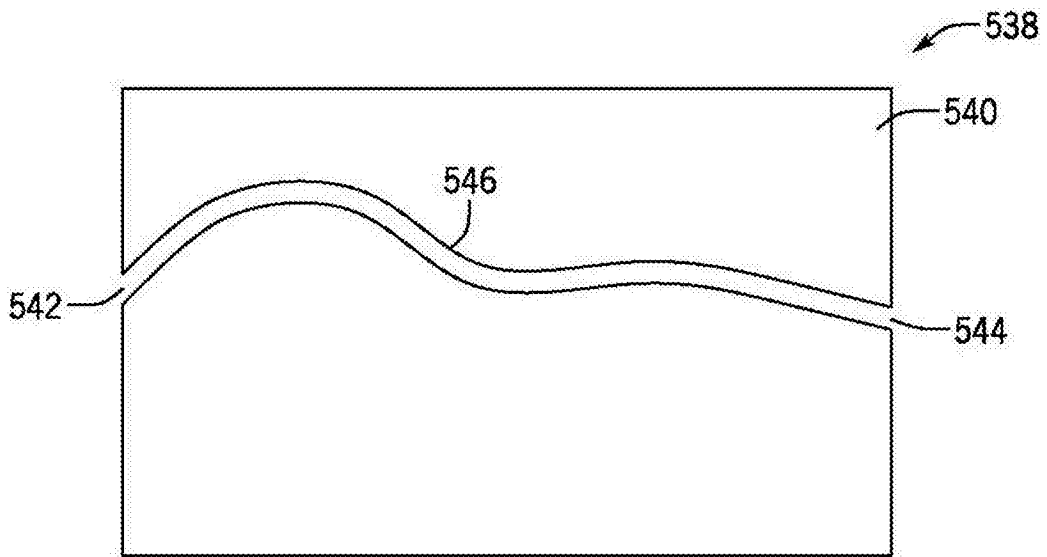


图38

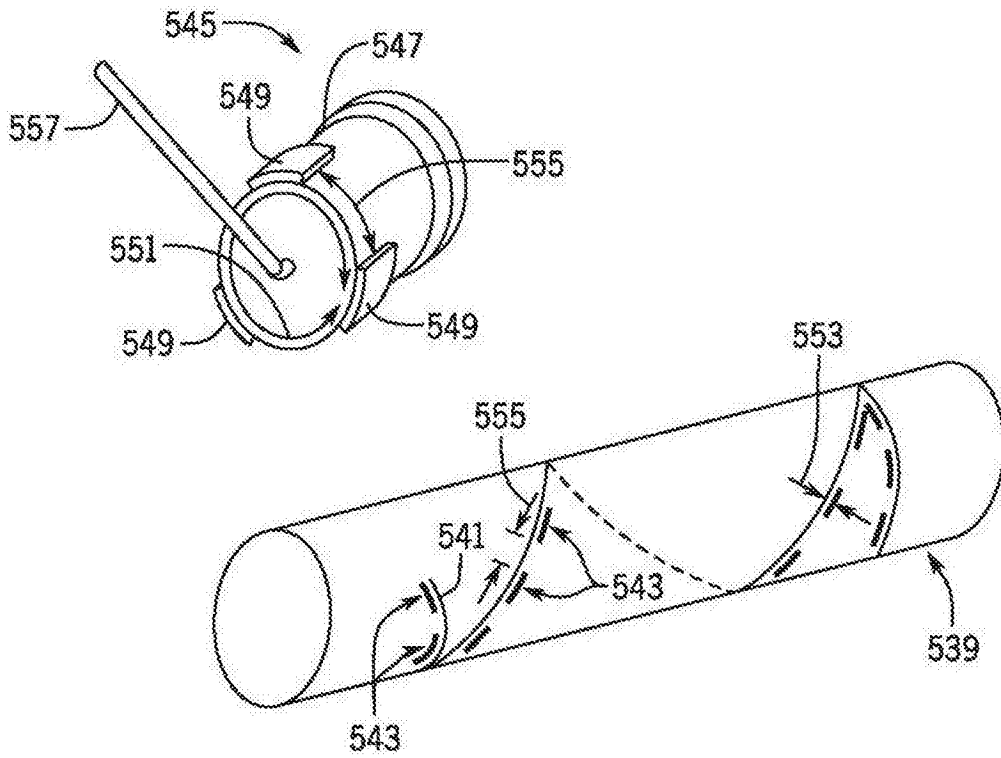


图39

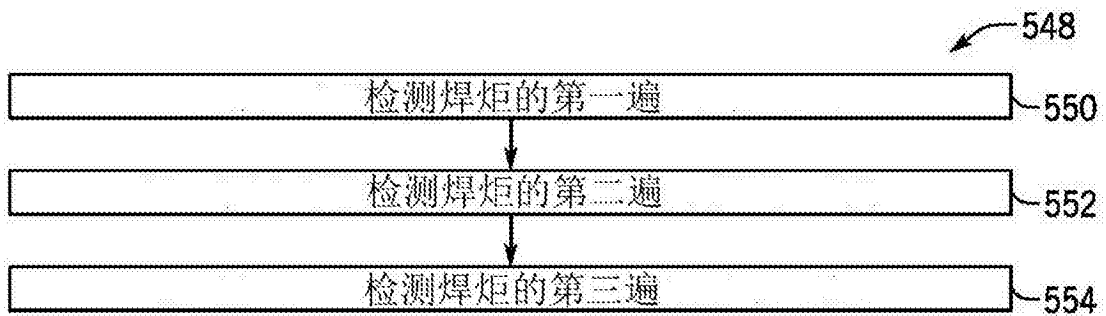


图40

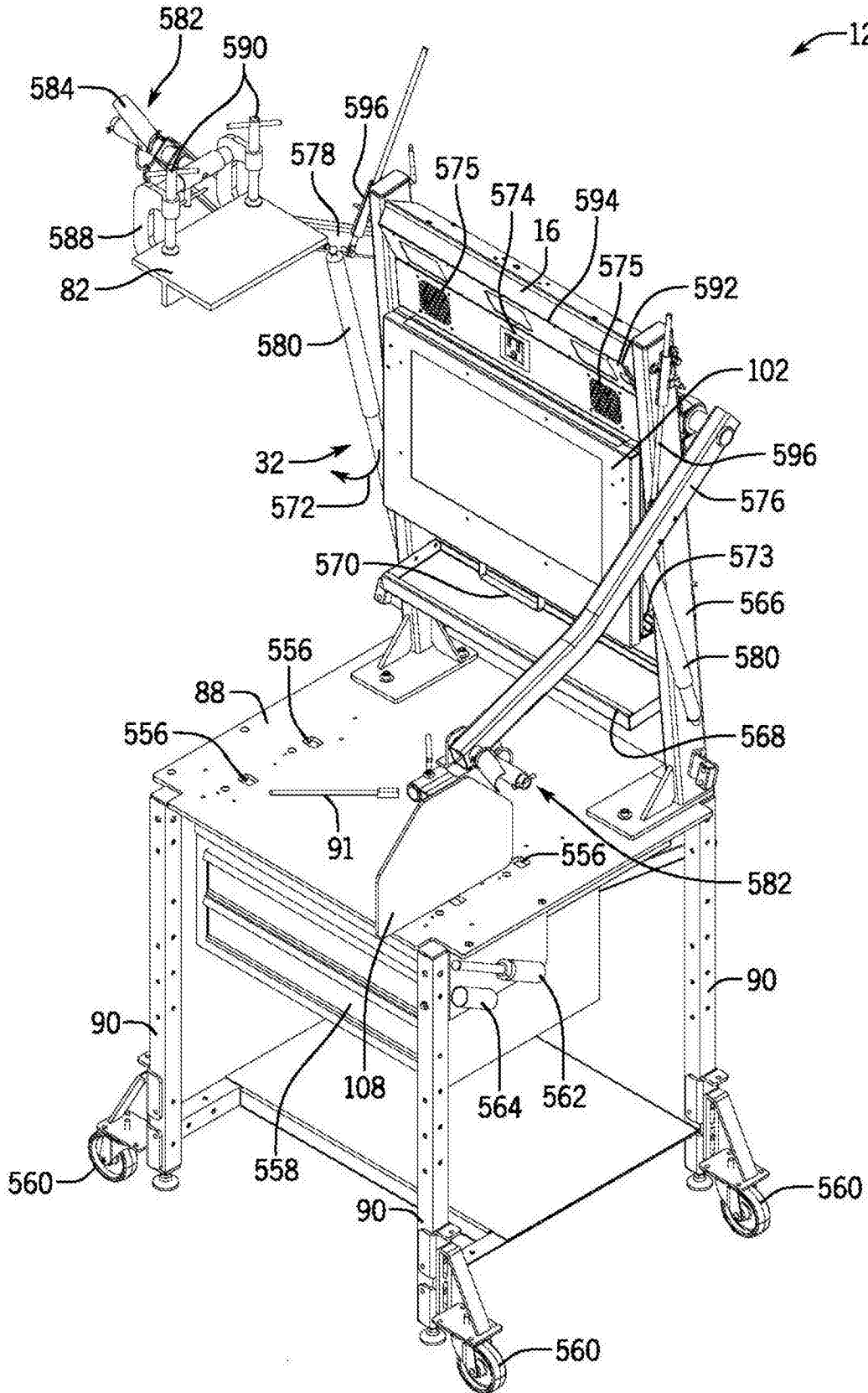


图41

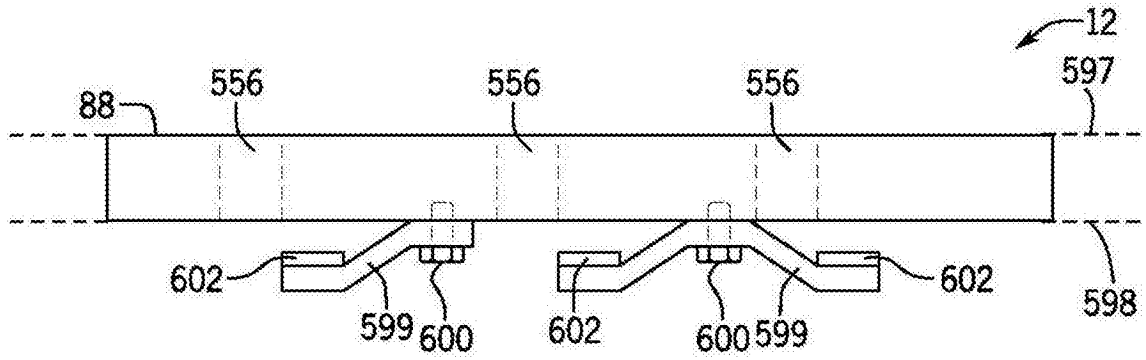


图42

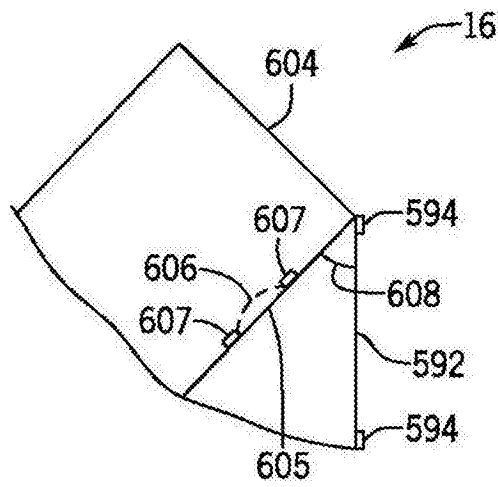


图43

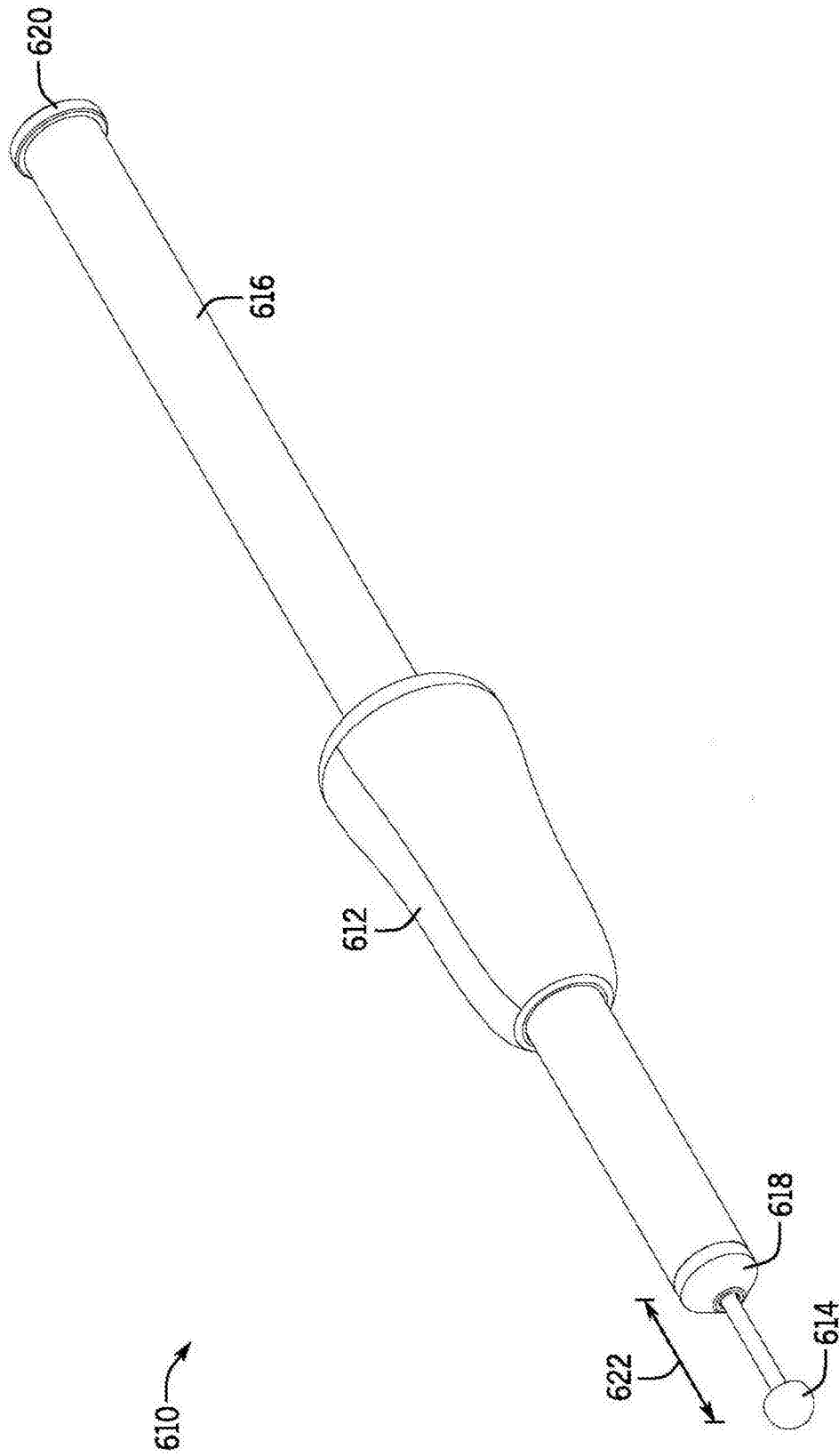


图44

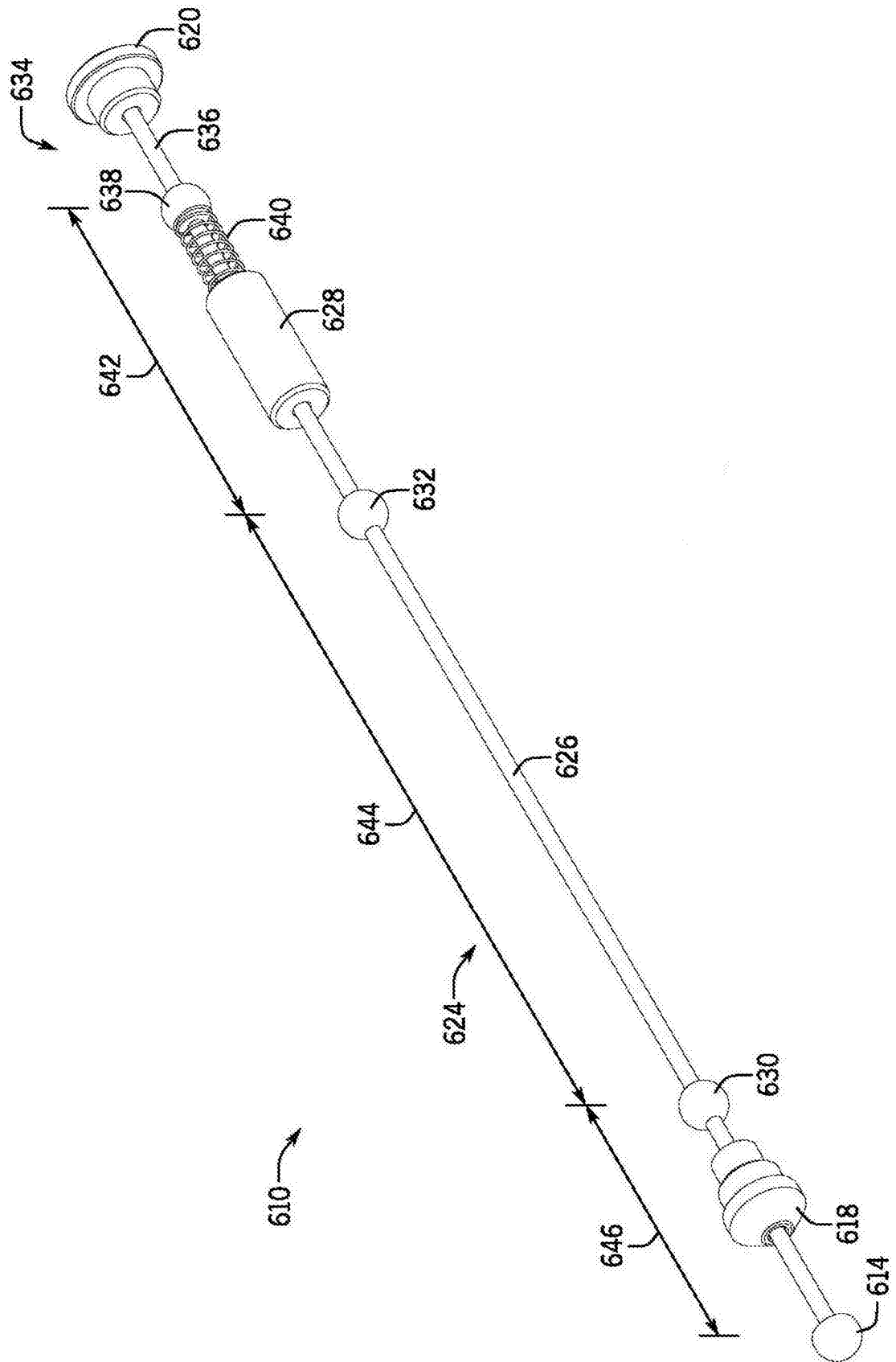


图45

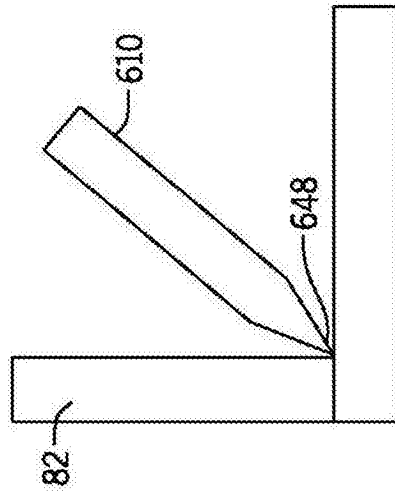


图46

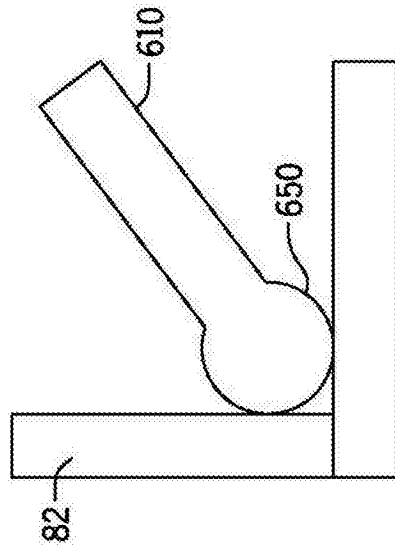


图47

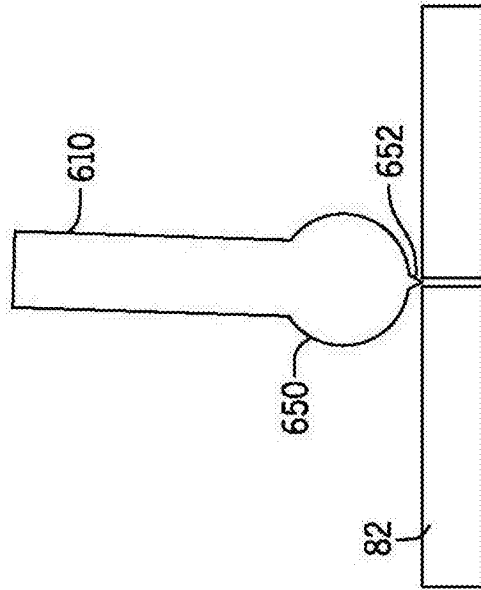


图48

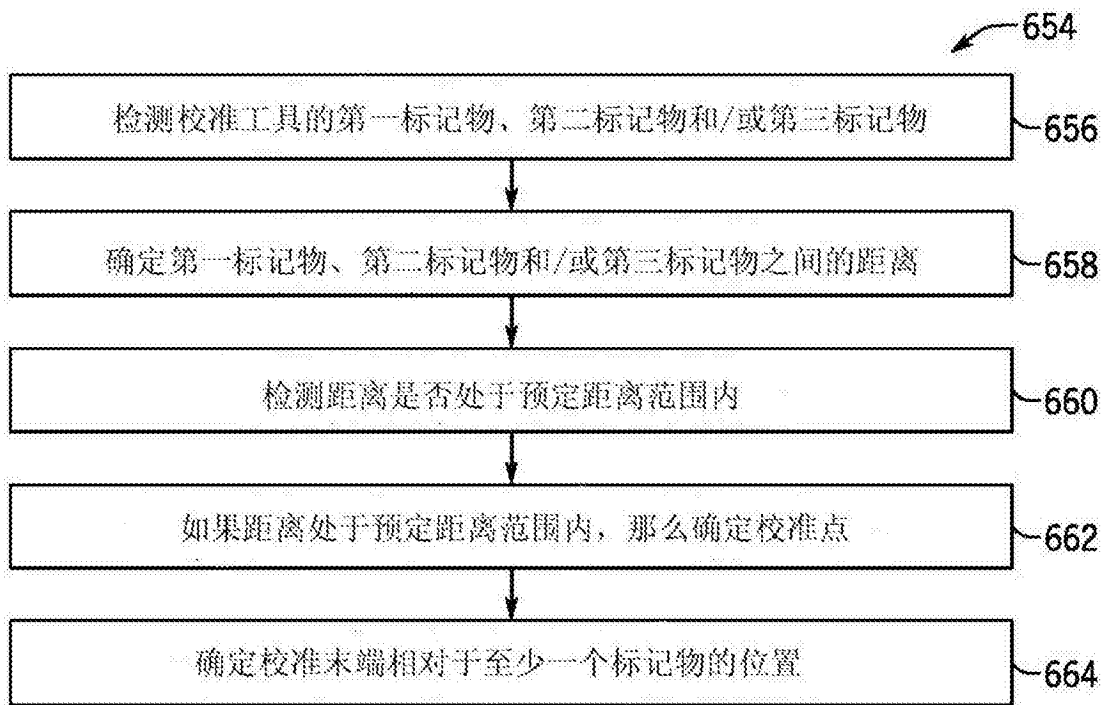


图49

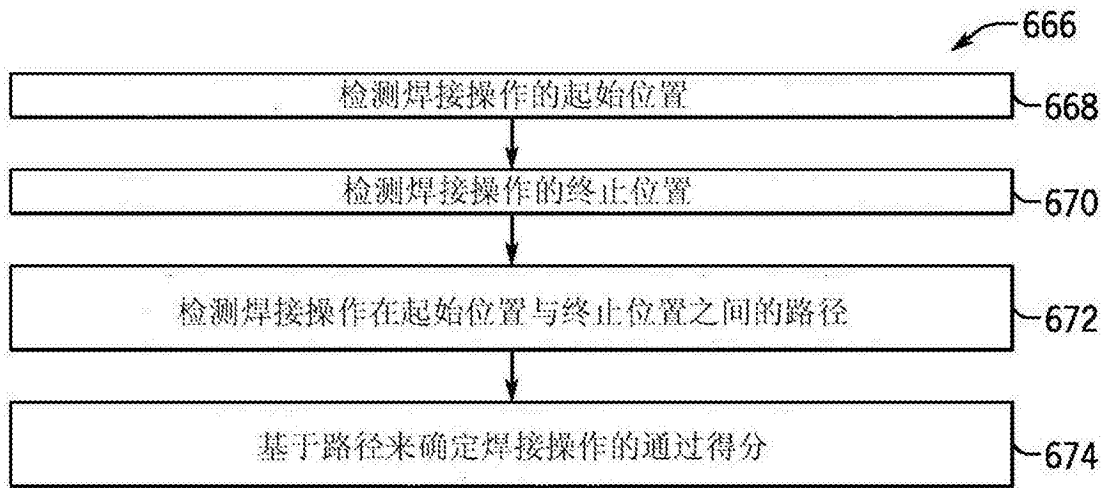


图50

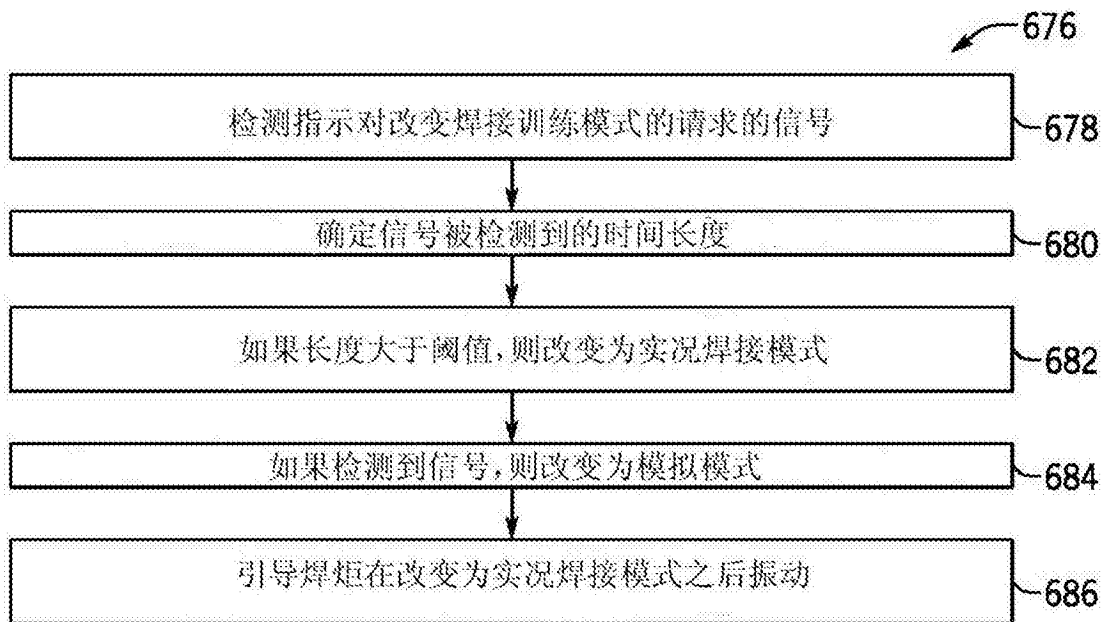


图51

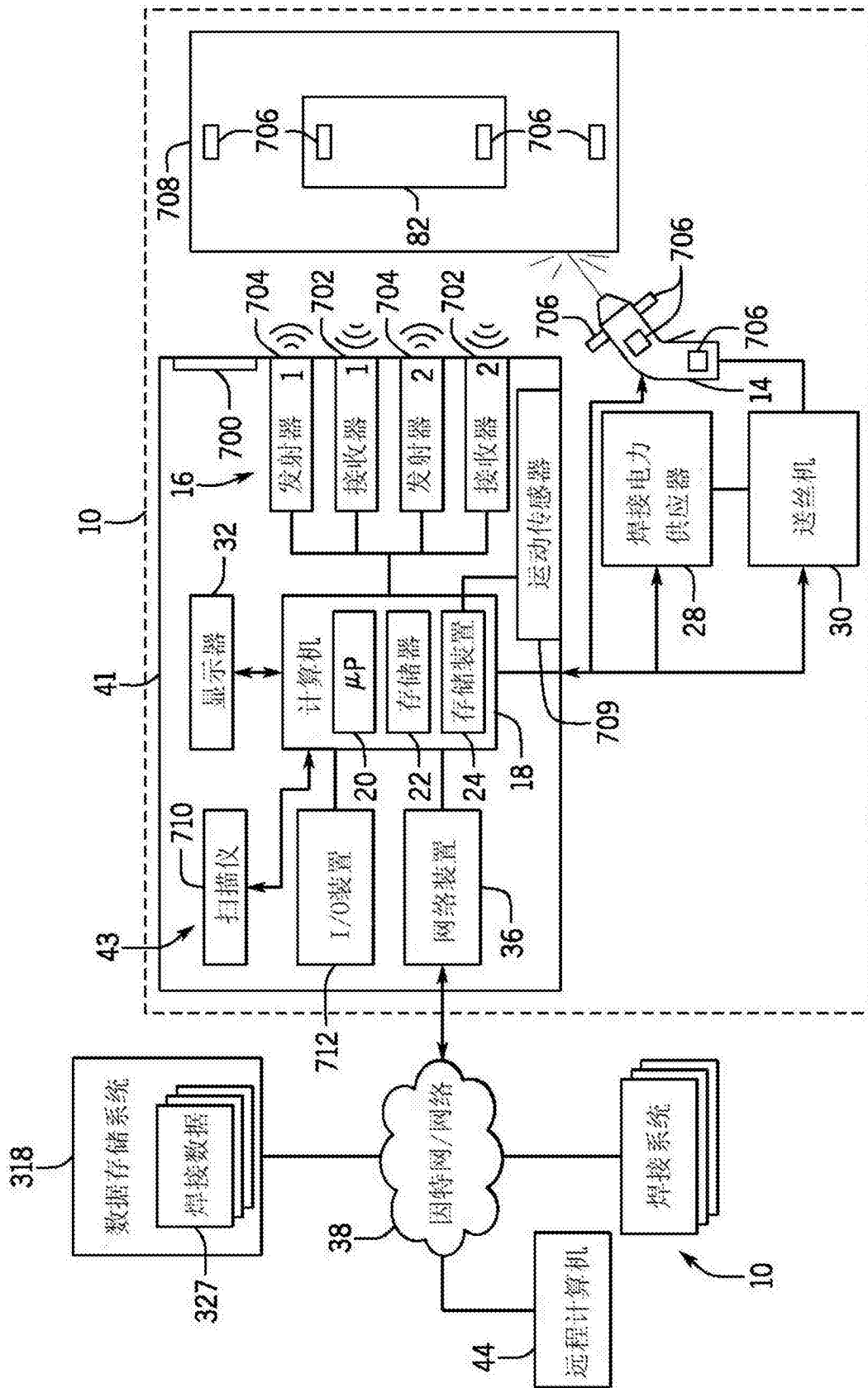
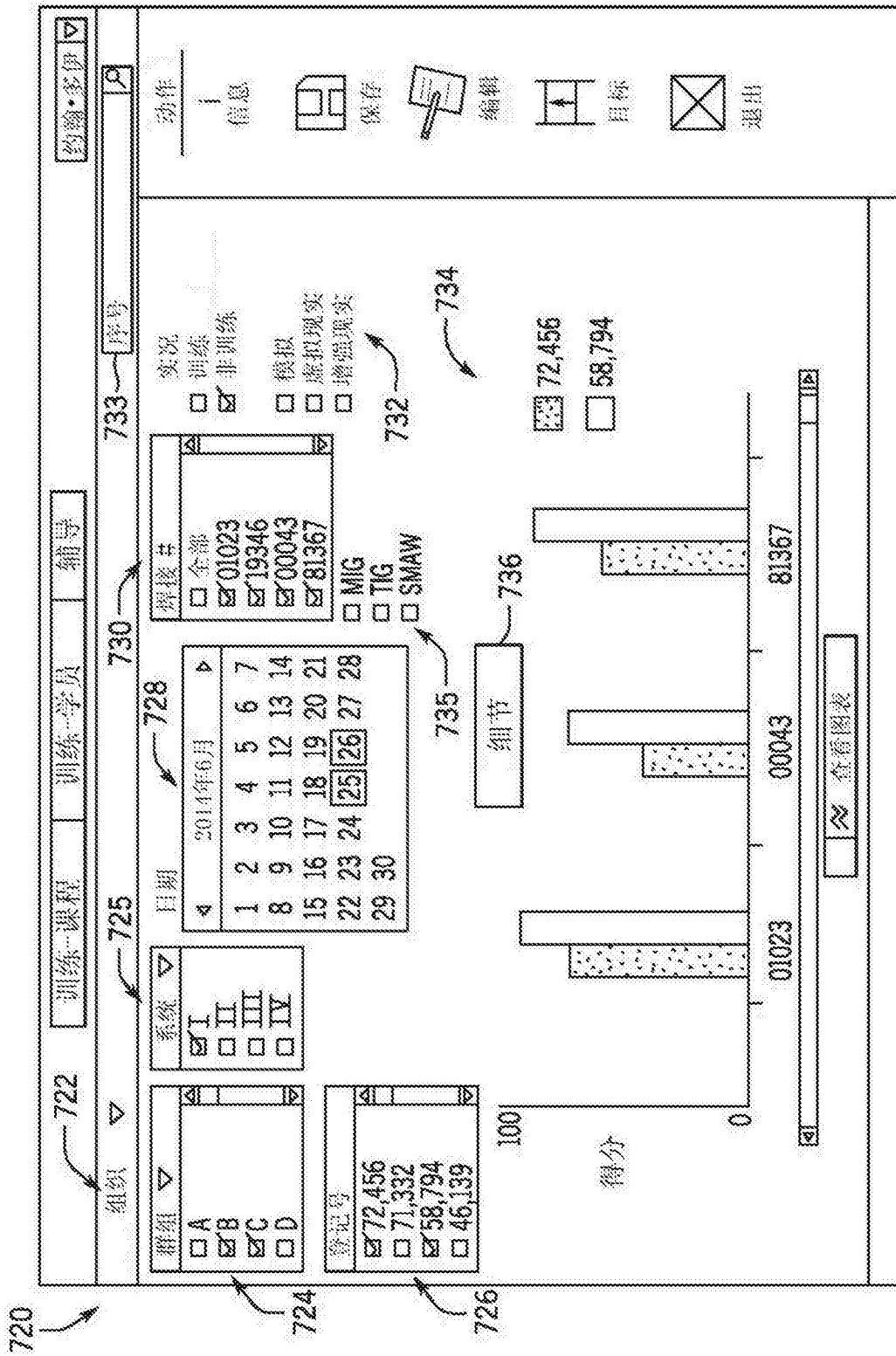


图52



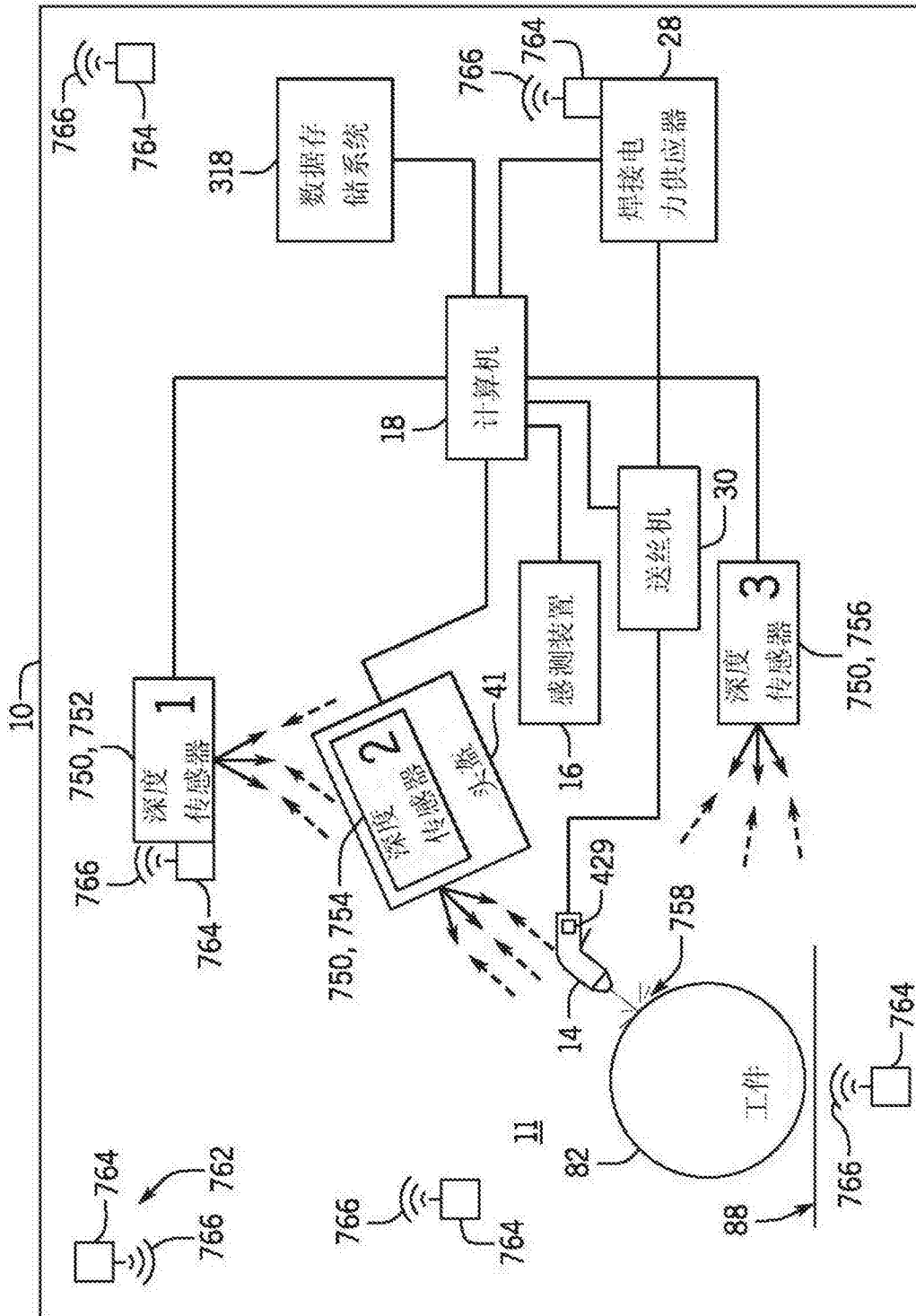


图54

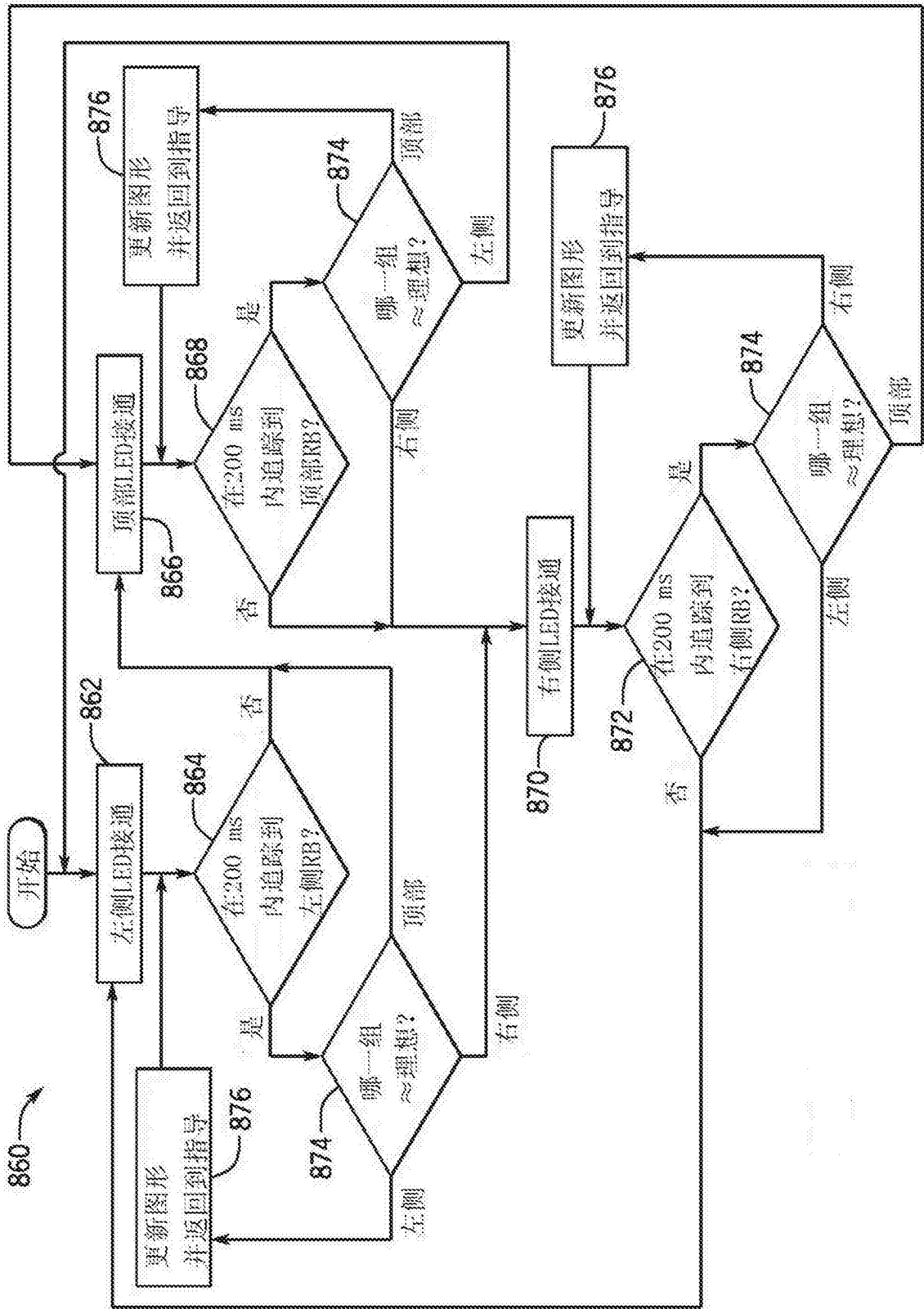


图55

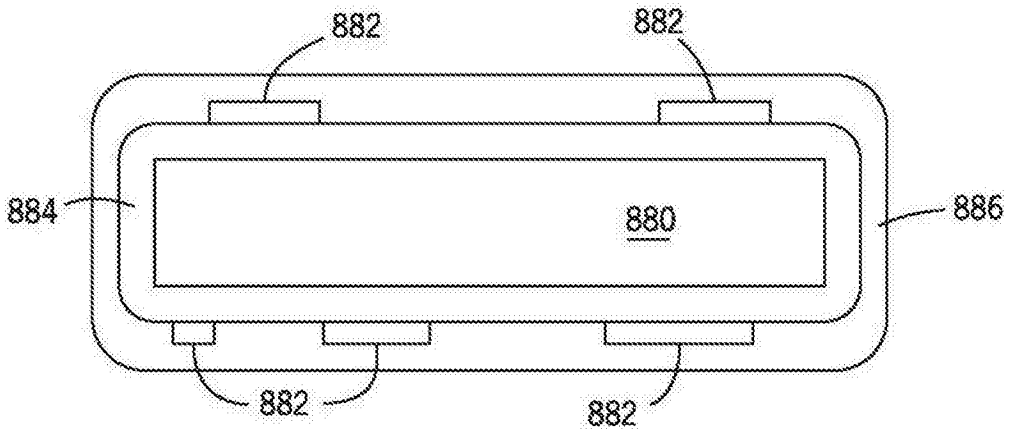


图56

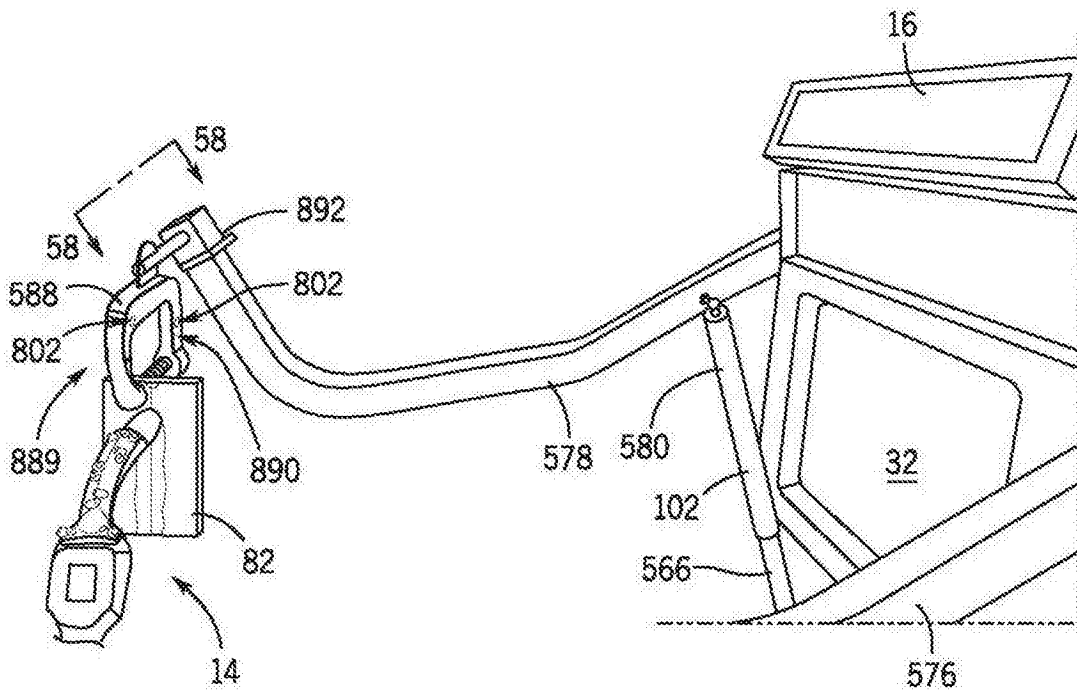


图57

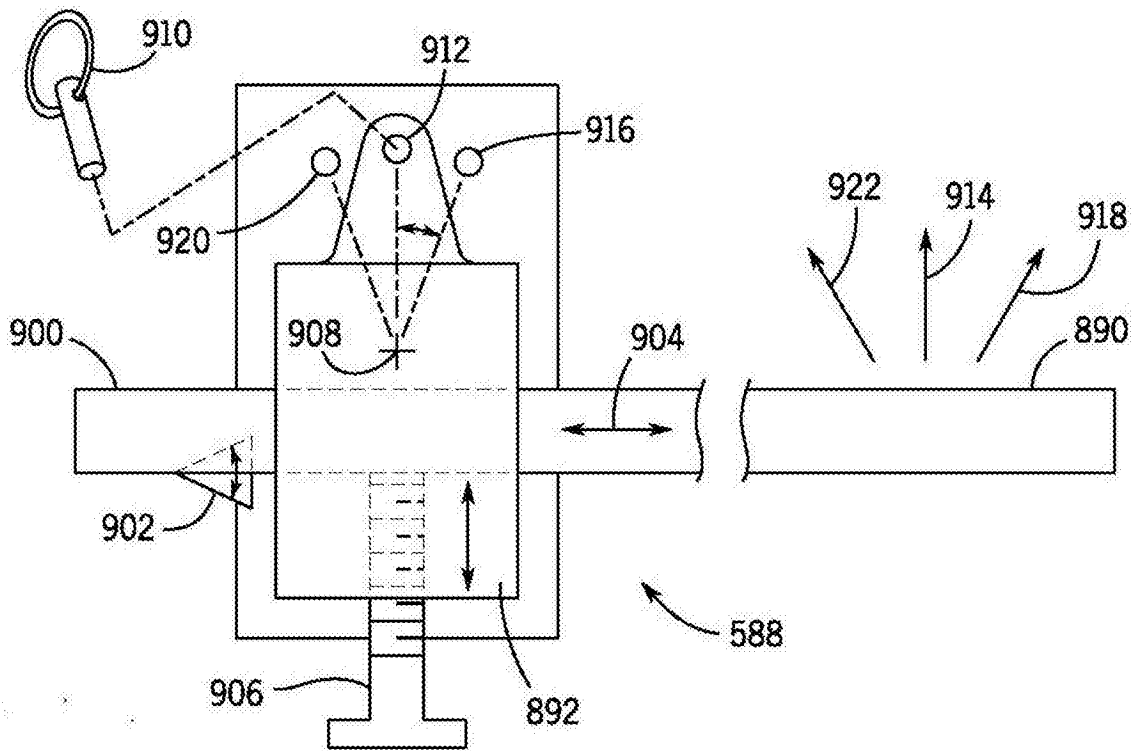


图58

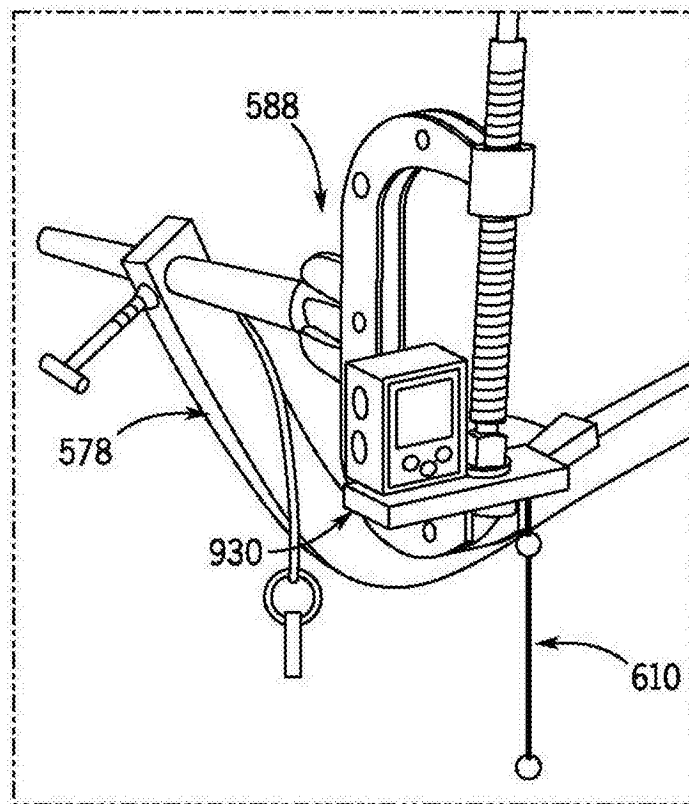


图59

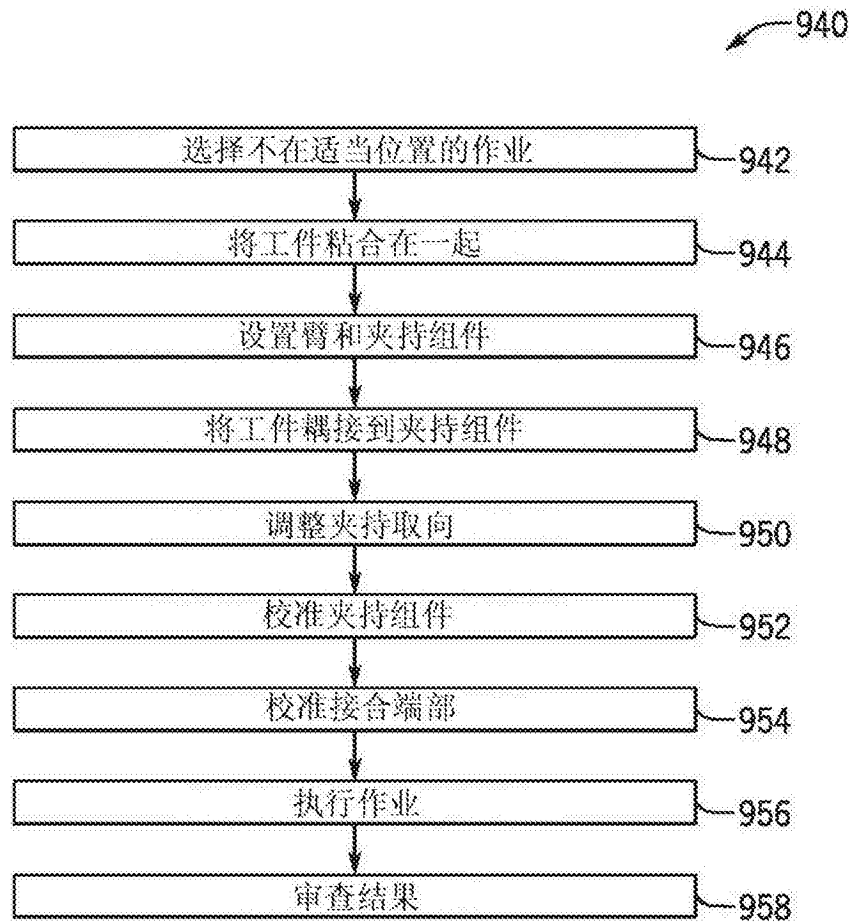


图60

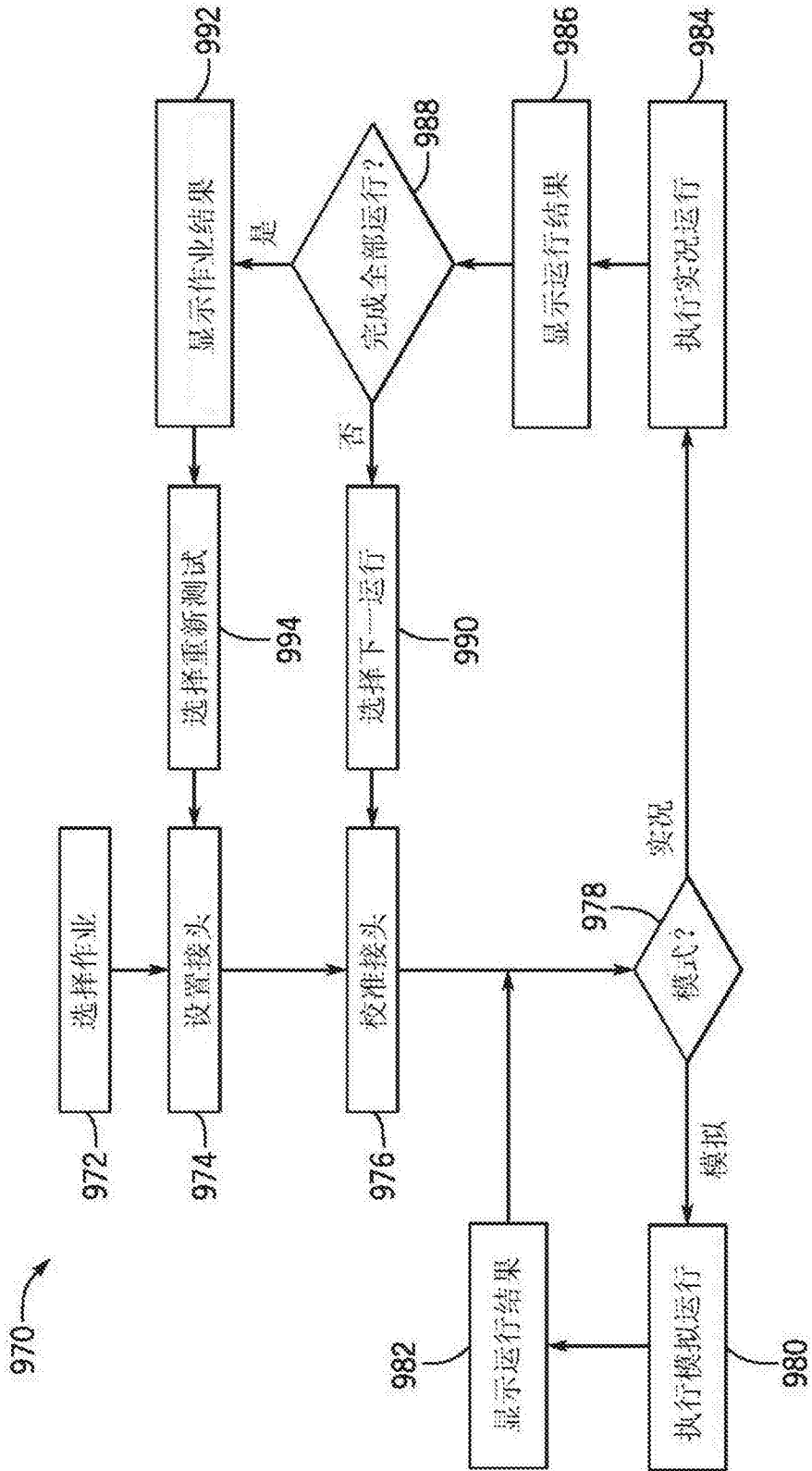


图61

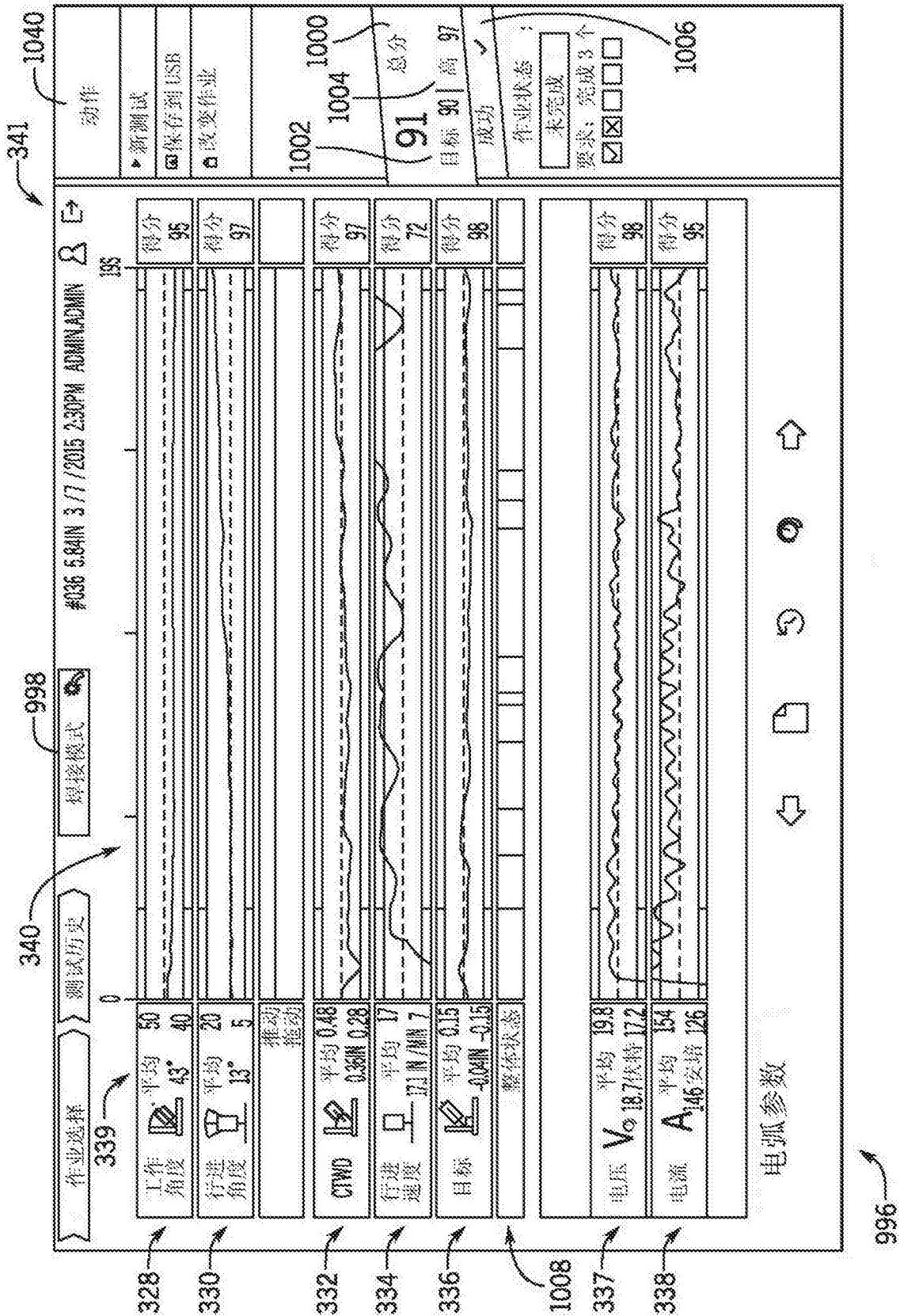


图62

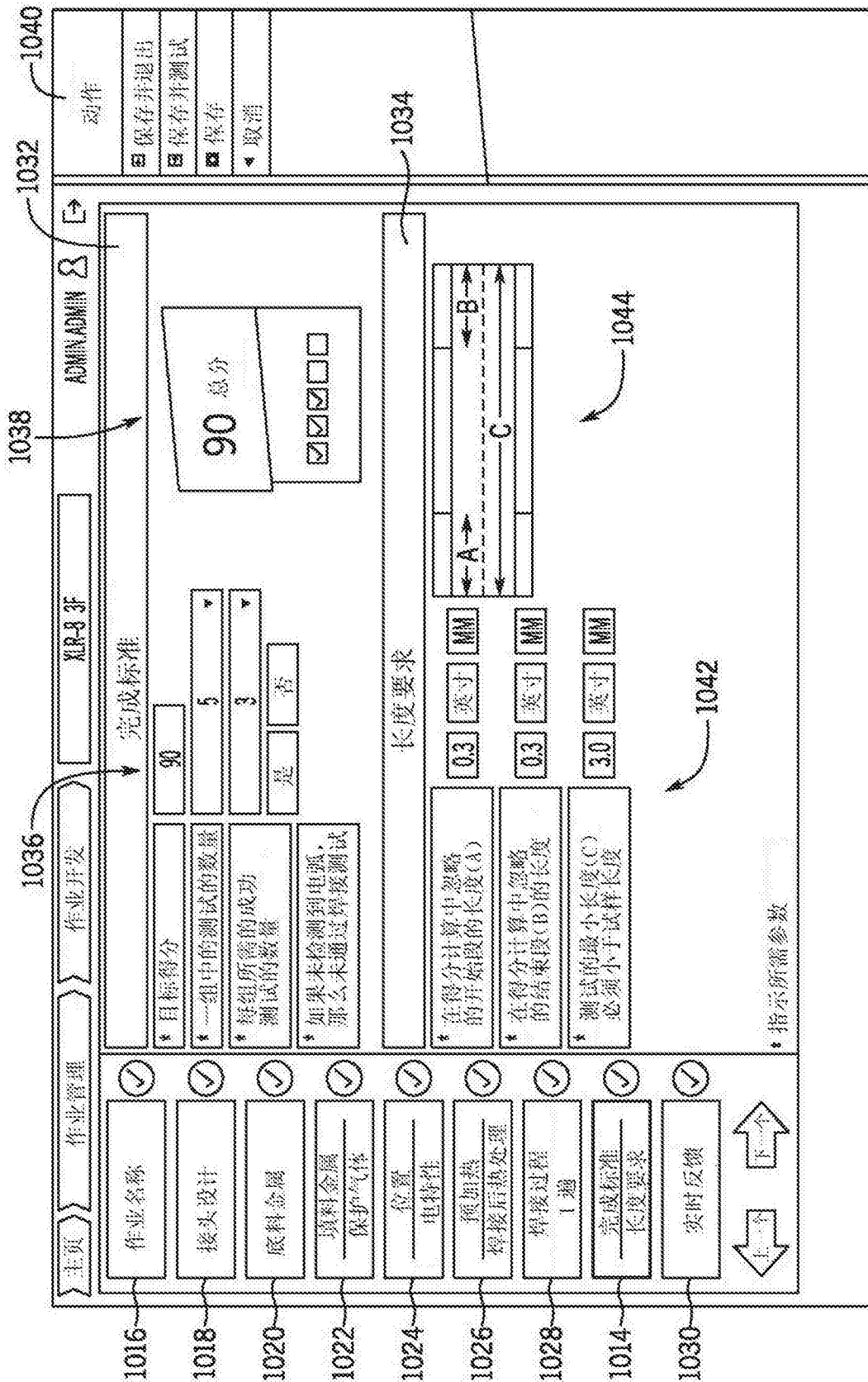


图64

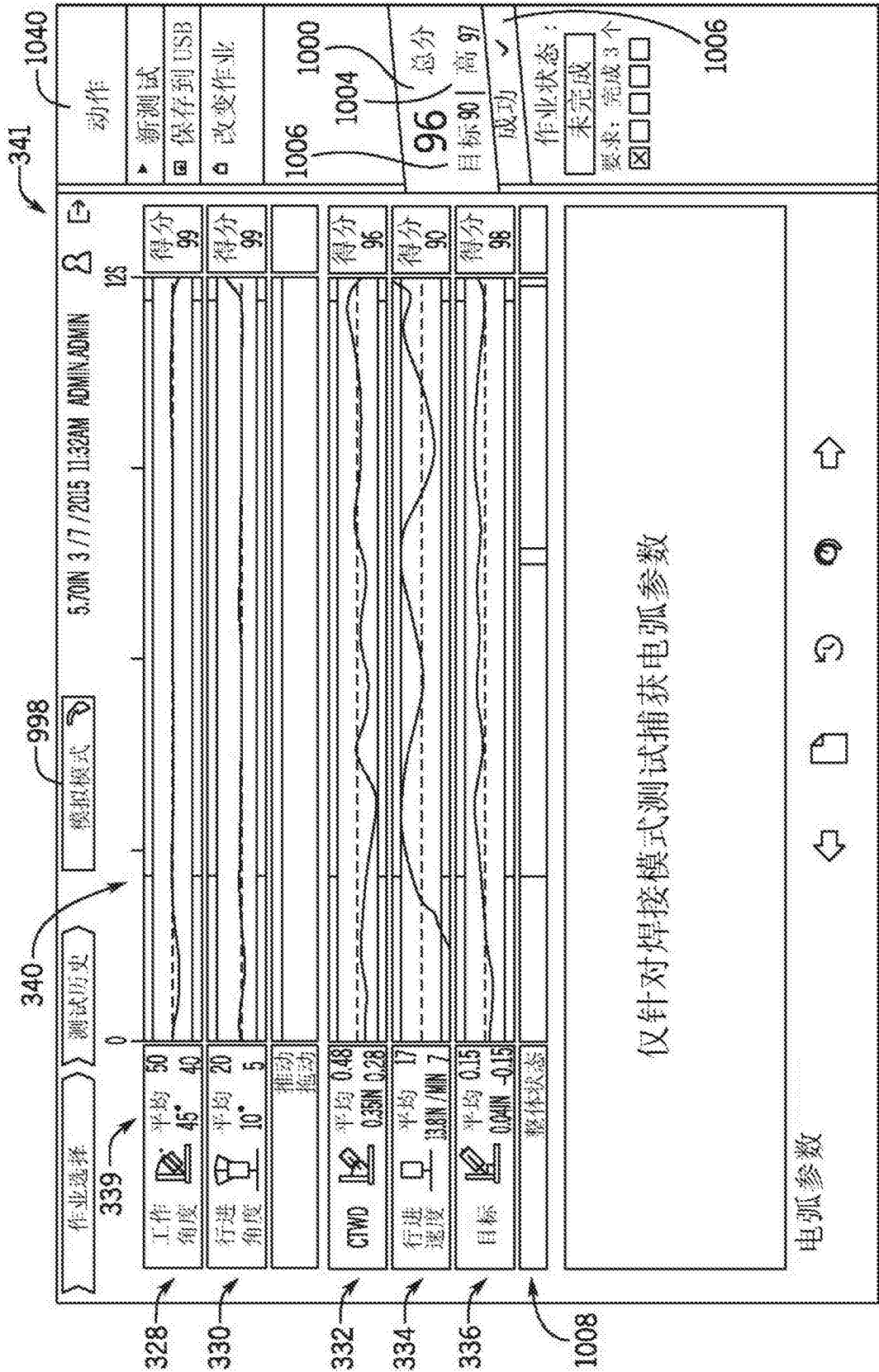


图66

作业选择

WPS 审查

ADMIN ADMIN

1040

<p>动作</p> <p>下一个</p> <p>保存到 USB</p> <p>返回</p> <p>改变作业</p>	<p>1000</p> <p>90 总分</p> <p>完成标准： 要求：完成 3 个 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 最小测试长度： 3.0 IN</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">XLR-8 3F</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">位置</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">N/A</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">凹槽的位置</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">3F</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">角槽的位置</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">电特性</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">传输模式</td> <td>DCP</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">电流</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">技术</td> <td>细脉</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">多脉冲数(每一脚)</td> <td>单通</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">预加热</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">当加热温度低于 32°F (0°C) 时, 预加热到最小值</td> <td>小 70°F (20°C)</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">一般评注</td> <td></td> </tr> </table>	XLR-8 3F	位置	N/A	凹槽的位置	3F			角槽的位置					电特性					传输模式		DCP			电流					技术		细脉			多脉冲数(每一脚)		单通			预加热					当加热温度低于 32°F (0°C) 时, 预加热到最小值		小 70°F (20°C)			一般评注			<p>焊缝大小</p> <p>3/8 IN.</p>						
XLR-8 3F	位置	N/A	凹槽的位置	3F																																																							
		角槽的位置																																																									
		电特性																																																									
		传输模式		DCP																																																							
		电流																																																									
		技术		细脉																																																							
		多脉冲数(每一脚)		单通																																																							
		预加热																																																									
		当加热温度低于 32°F (0°C) 时, 预加热到最小值		小 70°F (20°C)																																																							
		一般评注																																																									
<p>所使用的接合设计</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">接头类型</td> <td style="width: 15%;">焊接类型</td> <td style="width: 15%;">角焊</td> <td style="width: 15%;">板/管道</td> <td style="width: 15%;">板</td> </tr> <tr> <td>背衬</td> <td>否</td> <td>板开口</td> <td>0.0000 IN</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">底料金属 A</td> <td colspan="3">底料金属 B</td> </tr> <tr> <td>板/管道</td> <td>板</td> <td>板/管道</td> <td>板</td> <td></td> </tr> <tr> <td>厚度</td> <td>1/2 IN</td> <td>厚度</td> <td>1/2 IN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属类型</td> <td>铜</td> <td>金属类型</td> <td>铜</td> <td></td> </tr> <tr> <td>材料规格</td> <td>A1008</td> <td>材料规格</td> <td>A1008</td> <td></td> </tr> <tr> <td>类型/级别</td> <td>SS 级 50</td> <td>类型/级别</td> <td>SS 级 50</td> <td></td> </tr> </table>					接头类型	焊接类型	角焊	板/管道	板	背衬	否	板开口	0.0000 IN		底料金属 A		底料金属 B			板/管道	板	板/管道	板		厚度	1/2 IN	厚度	1/2 IN		金属类型	铜	金属类型	铜		材料规格	A1008	材料规格	A1008		类型/级别	SS 级 50	类型/级别	SS 级 50																
接头类型	焊接类型	角焊	板/管道	板																																																							
背衬	否	板开口	0.0000 IN																																																								
底料金属 A		底料金属 B																																																									
板/管道	板	板/管道	板																																																								
厚度	1/2 IN	厚度	1/2 IN																																																								
金属类型	铜	金属类型	铜																																																								
材料规格	A1008	材料规格	A1008																																																								
类型/级别	SS 级 50	类型/级别	SS 级 50																																																								
<p>填充金属</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">AWS 分类</td> <td style="width: 15%;">E71T-810 H8</td> <td style="width: 15%;">其它</td> <td colspan="2">赫伯特 FABSHIELD XLR-8</td> </tr> </table>					AWS 分类	E71T-810 H8	其它	赫伯特 FABSHIELD XLR-8																																																			
AWS 分类	E71T-810 H8	其它	赫伯特 FABSHIELD XLR-8																																																								
<p>保护气体</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">气体组成</td> <td style="width: 15%;">N/A</td> <td style="width: 15%;">速率</td> <td colspan="2">0 SCFH</td> </tr> <tr> <td>接触末端倒退</td> <td></td> <td>气杯大小</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>					气体组成	N/A	速率	0 SCFH		接触末端倒退		气杯大小																																															
气体组成	N/A	速率	0 SCFH																																																								
接触末端倒退		气杯大小																																																									
<p>焊接过程</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">焊接工艺</td> <td style="width: 15%;">电压</td> <td style="width: 15%;">V₀</td> <td style="width: 15%;">焊接电源设定</td> <td style="width: 15%;">安培</td> </tr> <tr> <td>工艺</td> <td>类别</td> <td>送丝速度</td> <td>输入/速率</td> <td>安培</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>E71T-8</td> <td>19 21.5 24 49 130 171 175 225 240</td> <td>0 SCFH</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">行程角度</td> </tr> <tr> <td>DEG</td> <td>37 45 53 60 69</td> <td>行程速度</td> <td>输入/速率</td> <td>5 9 10 15</td> </tr> <tr> <td colspan="5">垂直进给</td> </tr> <tr> <td>DEG</td> <td>37 45 53 60 69</td> <td>行程速度</td> <td>输入/速率</td> <td>5 9 10 15</td> </tr> <tr> <td colspan="5">图案</td> </tr> <tr> <td>DEG</td> <td>37 45 53 60 69</td> <td>行程速度</td> <td>输入/速率</td> <td>5 9 10 15</td> </tr> <tr> <td colspan="5">目标</td> </tr> <tr> <td>DEG</td> <td>37 45 53 60 69</td> <td>行程速度</td> <td>输入/速率</td> <td>5 9 10 15</td> </tr> </table>					焊接工艺	电压	V ₀	焊接电源设定	安培	工艺	类别	送丝速度	输入/速率	安培	1	E71T-8	19 21.5 24 49 130 171 175 225 240	0 SCFH	A	行程角度					DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15	垂直进给					DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15	图案					DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15	目标					DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15
焊接工艺	电压	V ₀	焊接电源设定	安培																																																							
工艺	类别	送丝速度	输入/速率	安培																																																							
1	E71T-8	19 21.5 24 49 130 171 175 225 240	0 SCFH	A																																																							
行程角度																																																											
DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15																																																							
垂直进给																																																											
DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15																																																							
图案																																																											
DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15																																																							
目标																																																											
DEG	37 45 53 60 69	行程速度	输入/速率	5 9 10 15																																																							

图68

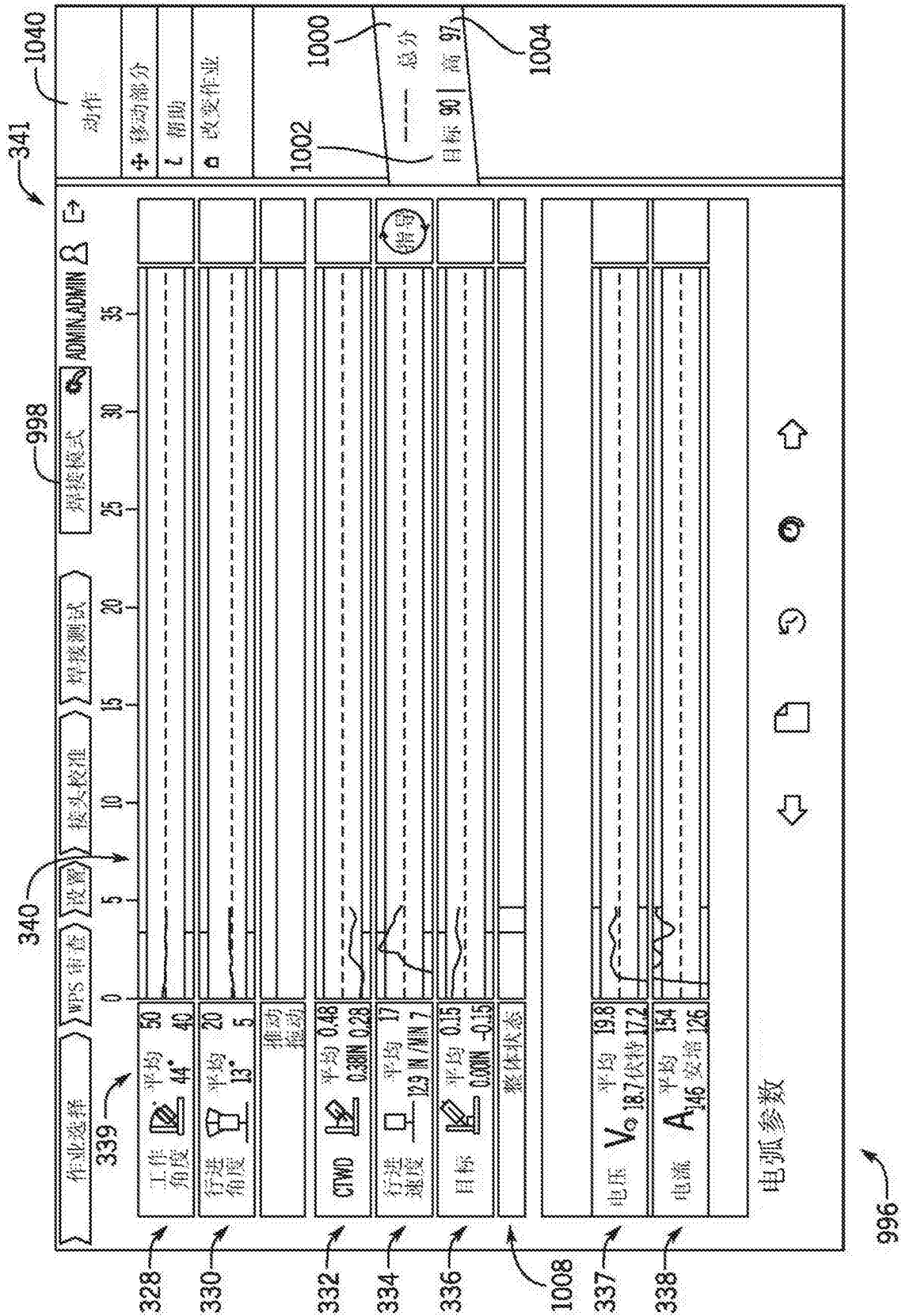


图69

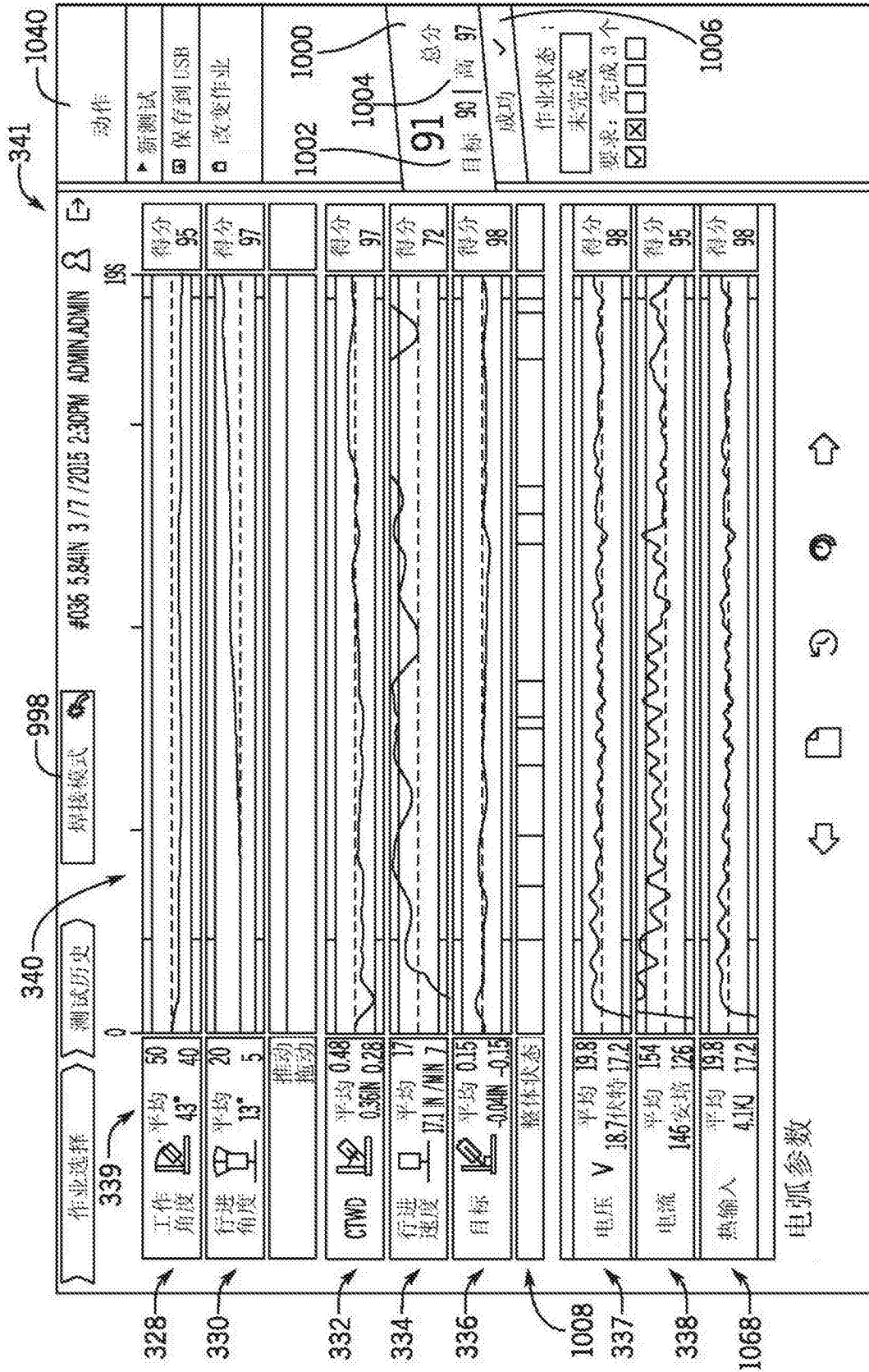


图70

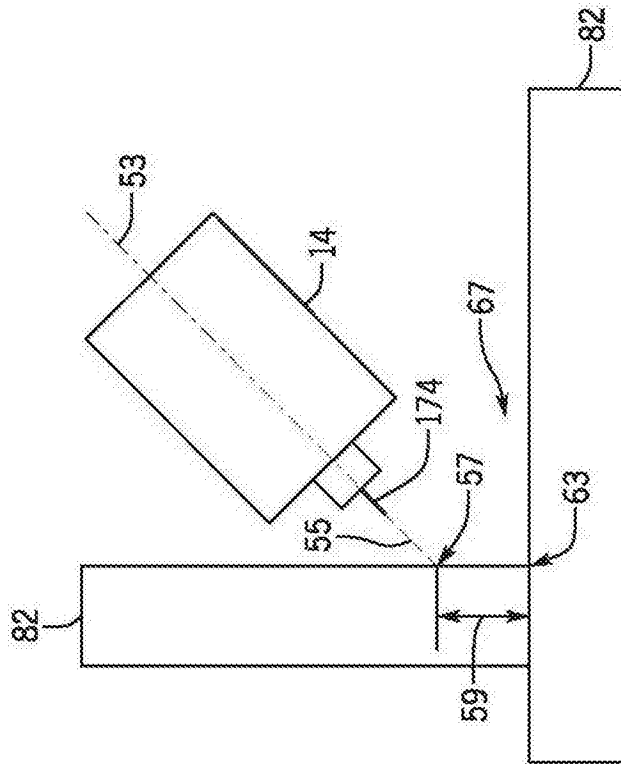


图71

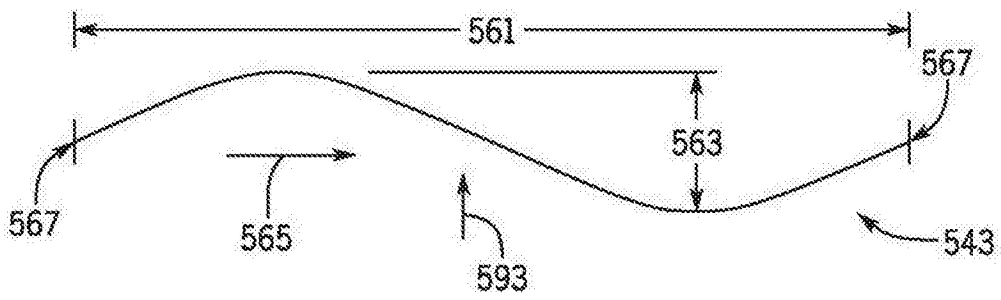


图72

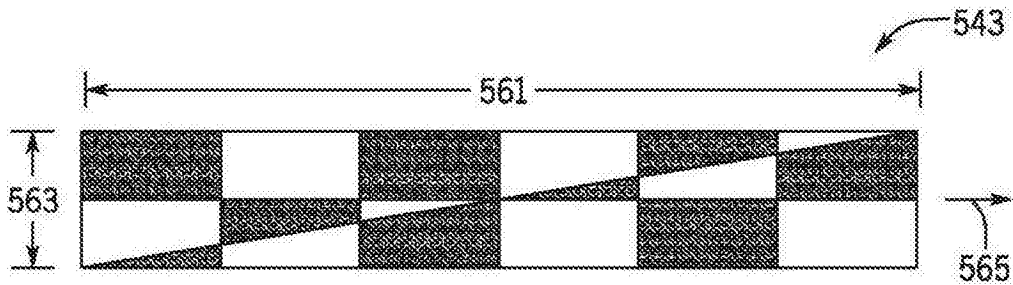


图73

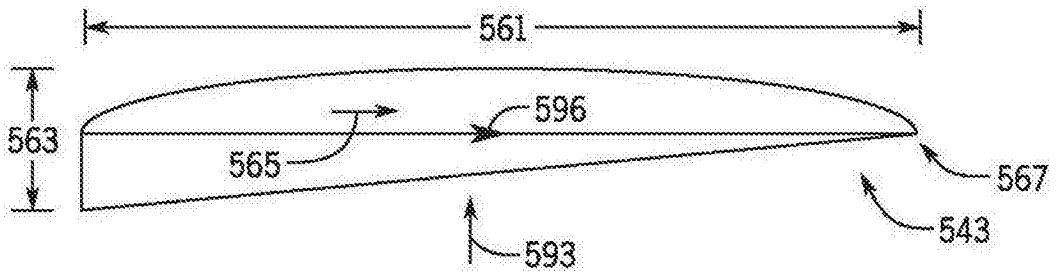


图74

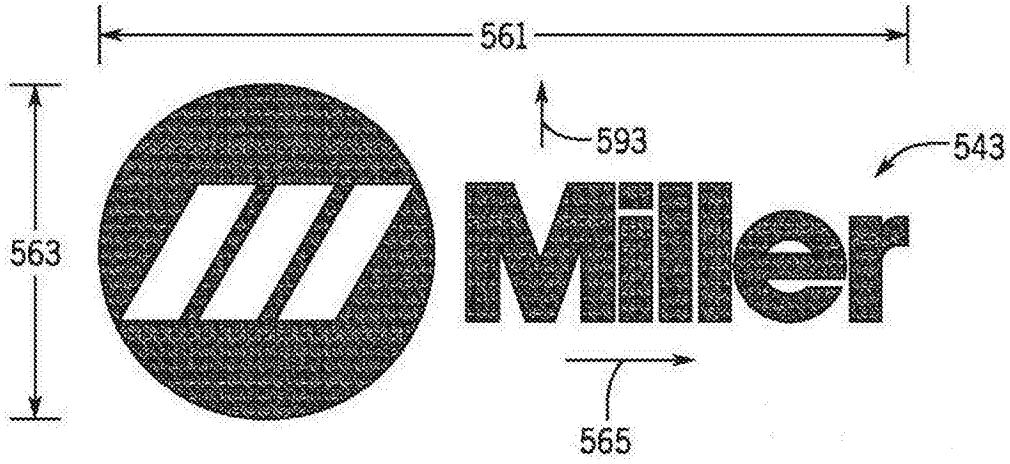


图75

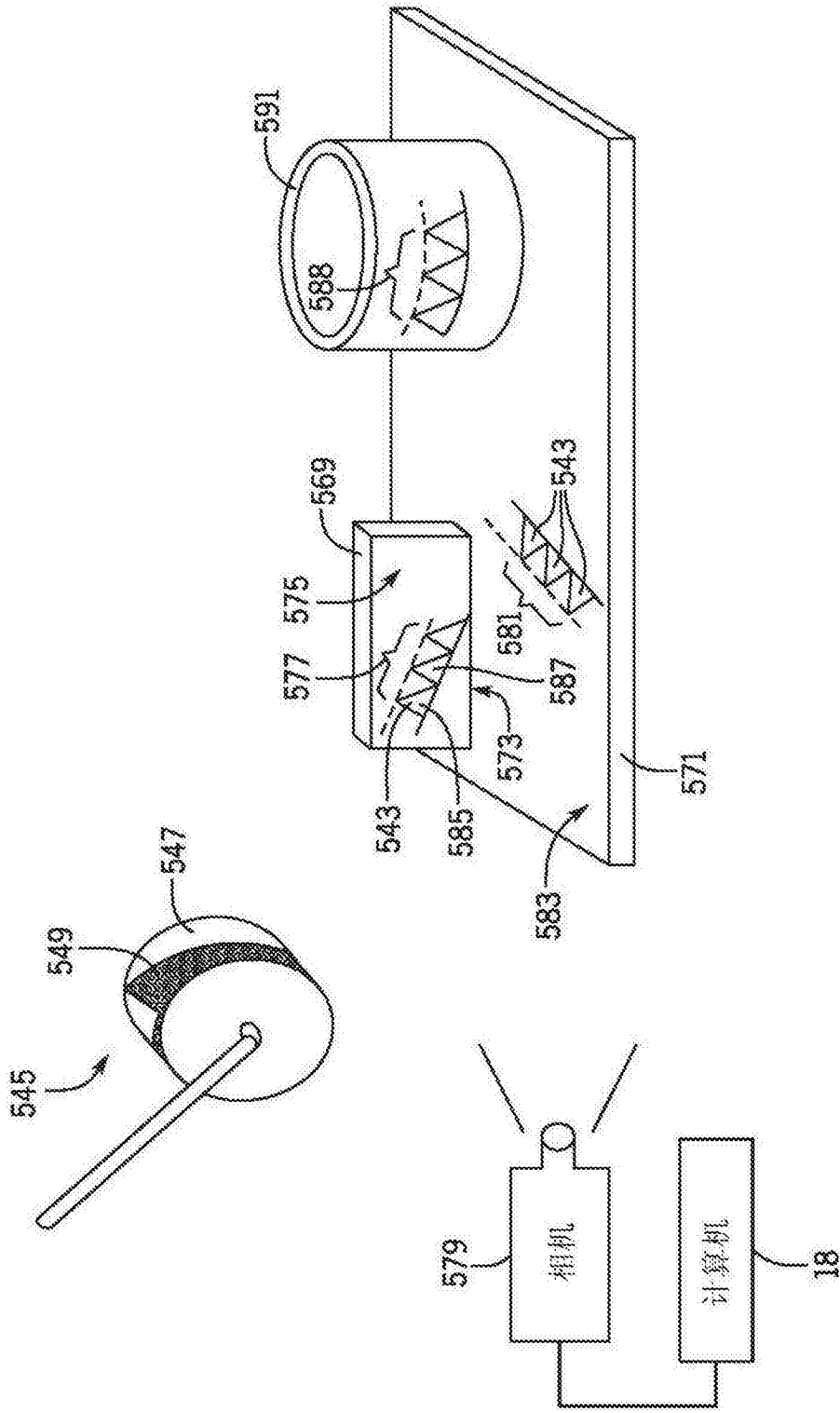


图76



图77