



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102596476 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201080051014. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 11. 15

B23K 9/095(2006. 01)

B23K 31/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/261, 079 2009. 11. 13 US

12/775, 729 2010. 05. 07 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 05. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2010/002913 2010. 11. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02011/058433 EN 2011. 05. 19

(71) 申请人 林肯环球股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·A·丹尼尔

(74) 专利代理机构 北京嘉和天工知识产权代理

事务所 11269

代理人 严慎

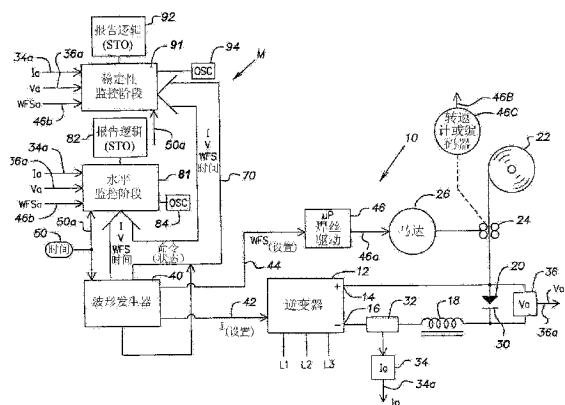
权利要求书 8 页 说明书 27 页 附图 13 页

(54) 发明名称

用于监控焊接质量的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了包括集成监控器 (M) 的电弧焊机 (10)。该监控器能够监控焊接工艺期间的变量并且相应地确定所述变量的权重、量化焊接的整体质量、获得和使用表示良好焊接的数据、提高自动化焊接工艺的产量和改善自动化焊接工艺的质量控制、教导正确的焊接技术、鉴别焊接工艺的成本节省以及得到用作不同焊接工艺或应用的预设的最佳焊接设置。



1. 一种量化焊接质量的方法,所述方法通过创建推进的焊丝(20)和工件(30)之间的实际焊接参数从而在电弧焊机(10)执行选定的电弧焊接工艺时监控所述电弧焊机(10)来量化焊接质量,所述选定的工艺受控于所述焊机(10)的电源(12)的命令信号,所述方法包括:

(a) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;

(b) 将所述波形划分成多个状态;

(c) 在所述焊接工艺期间重复的时间段内,以询问速率测量在一个或多个所述状态中出现的多个选定的焊接参数;以及

(d) 基于所述焊接工艺期间对所述选定的焊接参数的所述测量,计算每个所述状态的多个质量参数,

其中,所述质量参数表征所述焊接的整体质量测量。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

(e) 将针对每个时间段计算出的每个所述质量参数的值与对应的预期质量参数值相比较,以判定所述计算出的质量参数值和所述预期质量参数值之差是否超过预定阈值;以及

(f) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述计算出的质量参数值的权重,并且基于其状态相对于包括所述状态的所述波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述计算出的质量参数值的权重。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述询问速率是120kHz,和/或所述时间段大致为250ms。

4. 根据权利要求1至3中的一项所述的方法,其中,针对所有所述状态,测量所述选定的焊接参数。

5. 根据权利要求1至4中的一项所述的方法,其中,所述选定的焊接参数包括针对每个所述状态的所述时间段内对每个所述选定的焊接参数采取的所述测量的计数、所述时间段内的平均电压 $\overline{voltage}$ 、所述时间段内的均方根电压 RMSV、所述时间段内的电压方差 V_{var} 、所述时间段内的平均电流 $\overline{current}$ 、所述时间段内的均方根电流 RMSI 以及所述时间段内的电流方差 I_{var} ,

其中, $\overline{voltage}$ = 所述时间段内测得的电压之和 / 电压测量的所述计数,

$$\text{其中, } RMSV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(voltage)_i]^2}{N}},$$

$$\text{其中, } V_{var} = RMSV - \overline{voltage},$$

其中, $\overline{current}$ = 所述时间段内测得的电流之和 / 电流测量的所述计数,

$$\text{其中, } RMSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i]^2}{N}}, \text{ 并且}$$

其中, $I_{\text{var}} = \overline{RMSI - current}$ 。

6. 根据权利要求1至5中的一项所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量计数平均值 QCA, 所述质量计数平均值 QCA 被计算为:

$$QCA = \frac{\sum_{i=1}^N \text{count}_i}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数, 并且

其中, count_i 是指所述时间段内针对特定循环的所述测量的所述计数。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量计数标准差 QCSD, 所述质量计数标准差 QCSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{count})_i - QCA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{count})_i - QCA]^2}{N}。$$

8. 根据权利要求1至7中的一项所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压平均值 QVA, 所述质量电压平均值 QVA 被计算为:

$$QVA = \frac{\sum_{i=1}^N \text{voltage}_i}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数, 并且

其中, voltage_i 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电压测量。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压标准差 QVSD, 所述质量电压标准差 QVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{voltage})_i - QVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{voltage})_i - QVA]^2}{N}。$$

10. 根据权利要求1至9中的一项所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流平均值 QIA, 所述质量电流平均值 QIA 被计算为:

$$QIA = \frac{\sum_{i=1}^N \text{current}_i}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数, 并且

其中, current_i 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电流测量。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流标准差 QISD, 所述质量电流标准差 QISD 被计算为如下公式中的一个:

$$QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{current})_i - QIA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{current})_i - QIA]^2}{N}。$$

12. 根据权利要求 1 至 11 中的一项所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压方差平均值 QVVA, 所述质量电压方差平均值 QVVA 被计算为:

$$QVVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{\text{var}_i}}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压方差标准差 QVVSD, 所述质量电压方差标准差 QVVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{\text{var}})_i - QVVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{\text{var}})_i - QVVA]^2}{N-1}。$$

14. 根据权利要求 1 至 13 中的一项所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流方差平均值 QIVA, 所述质量电流方差平均值 QIVA 被计算为:

$$QIVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{\text{var}_i}}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流方差标准差 QIVSD, 所述质量电流方差标准差 QIVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{\text{var}})_i - QIVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{\text{var}})_i - QIVA]^2}{N}。$$

16. 根据权利要求 1 至 15 中的一项所述的方法,还包括:

(e) 使用以度量标准表示的所述质量参数评价随后的焊接。

17. 一种评价多个焊接的方法,特别是根据权利要求 1 至 16 中的一项所述的方法,所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在电弧焊机根据电弧焊接工艺进行焊接时监控所述电弧焊机来评价根据基本相同的所述电弧焊接工艺、在基本相同的条件下进行的所述多个焊接,所述选定的工艺受控于所述焊机的电源的命令信号,所述方法包括:

在每个焊接期间:

(a) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;

(b) 将所述波形划分成多个状态;

(c) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数的数据集合;

(d) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定焊接参数的质量值;

(e) 将每个质量值与预期质量值相比较,以判定所述质量值和所述预期质量值之差是否超过预定阈值;

(f) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述质量值的权重,并且基于所述状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述质量值的权重;以及

(g) 使用所述焊接工艺期间得到的所有所述质量值,包括任何加权的质量值,来确定所述焊接的质量得分。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括:

(h) 如果所述焊接的质量得分在质量得分的第一预定范围内,则拒绝接受所述焊接;以及

(i) 如果所述焊接的质量得分在质量得分的第二预定范围内,则接受所述焊接。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的方法,还包括:

(h) 使每个焊接与其对应的质量得分永久地相关联。

20. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,所述询问速率是 120kHz,和 / 或所述时间段大致是 250ms。

21. 根据权利要求 17 至 20 中的一项所述的方法,其中,所述选定的焊接参数是电弧电流和 / 或其中所述选定的焊接参数是电弧电压。

22. 一种用于监控电弧焊机的监控器,特别是根据权利要求 1 至 21 中的一项所述地,所述监控器通过创建推进的焊丝 (20) 和工件 (30) 之间的用于形成焊接的实际焊接参数从而在所述电弧焊机执行选定的电弧焊接工艺时监控所述电弧焊机,所述工艺包括电弧并且由针对所述参数的命令信号的一系列快速重复的波形来限定,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环,所述监控器包括:

逻辑状态控制器,所述逻辑状态控制器用于将每个所述波形分段成一系列时间分段状态;

用于选择特定波形状态的电路;

读取器装置,所述读取器装置用于在所述焊接工艺期间重复的时间段内,以询问速率读取在一个或多个所述状态中出现的多个选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数

的数据集合；

用于基于所述选定的焊接参数计算针对每个所述状态的多个质量参数的电路，其中，所述质量参数表征所述焊接的整体质量测量。

23. 根据权利要求 22 所述的监控器，还包括：

用于将针对每个时间段计算出的每个所述质量参数的值与对应的预期质量参数值相比较以判定所述计算出的质量参数值和所述预期质量参数值之差是否超过预定阈值的电路；以及

用于如果所述差超过所述阈值则基于所述差以大小权重确定所述计算出的质量参数值的权重并且基于其状态相对于包括所述状态的所述波形的时间贡献以时间贡献权重确定所述计算出的质量参数值的权重的电路。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的监控器，其中，所述询问速率是 120kHz，和 / 或所述时间段大致是 250ms。

25. 根据权利要求 22 至 24 中的一项所述的监控器，其中，针对所有所述状态读取所述选定的焊接参数。

26. 根据权利要求 22 至 25 中的一项所述的监控器，其中，所述选定的焊接参数包括针对每个所述状态的所述时间段内对每个所述选定的焊接参数采取的所述测量的计数、所述时间段内的平均电压 $\overline{voltage}$ 、所述时间段内的均方根电压 RMSV、所述时间段内的电压方差 V_{var} 、所述时间段内的平均电流 $\overline{current}$ 、所述时间段内的均方根电流 RMSI 以及所述时间段内的电流方差 I_{var} ，

其中， $\overline{voltage}$ = 所述时间段内测得的电压之和 / 电压测量的所述计数，

$$\text{其中, } RMSV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(voltage)_i]^2}{N}},$$

其中， $V_{var} = RMSV - \overline{voltage}$ ，

其中， $\overline{current}$ = 所述时间段内测得的电流之和 / 电流测量的所述计数，

$$\text{其中, } RMSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i]^2}{N}}, \text{ 并且}$$

其中， $I_{var} = RMSI - \overline{current}$ 。

27. 根据权利要求 22 至 26 中的一项所述的监控器，其中，所述质量参数包括每个状态的质量计数平均值 QCA，所述质量计数平均值 QCA 被计算为：

$$QCA = \frac{\sum_{i=1}^N count_i}{N},$$

其中，N 是所述时间段内焊接循环的总数，并且

其中, count_i 是指所述时间段内针对特定焊接循环的所述测量的所述计数。

28. 根据权利要求 27 所述的监控器, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量计数标准差 QCSD, 所述质量计数标准差 QCSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{count})_i - QCA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{count})_i - QCA]^2}{N}。$$

29. 根据权利要求 22 至 28 中的一项所述的监控器, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压平均值 QVA, 所述质量电压平均值 QVA 被计算为:

$$QVA = \frac{\sum_{i=1}^N \text{voltage}_i}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数, 并且

其中, voltage_i 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电压测量。

30. 根据权利要求 29 所述的监控器, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电压标准差 QVSD, 所述质量电压标准差 QVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{voltage})_i - QVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{voltage})_i - QVA]^2}{N}。$$

31. 根据权利要求 22 至 30 中的一项所述的监控器, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流平均值 QIA, 所述质量电流平均值 QIA 被计算为:

$$QIA = \frac{\sum_{i=1}^N \text{current}_i}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数, 并且

其中, current_i 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电流测量。

32. 根据权利要求 31 所述的监控器, 其中, 所述质量参数包括每个状态的质量电流标准差 QISD, 所述质量电流标准差 QISD 被计算为如下公式中的一个:

$$QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(\text{current})_i - QIA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i - QIA]^2}{N}。$$

33. 根据权利要求 22 至 32 中的一项所述的监控器,其中,所述质量参数包括每个状态的质量电压方差平均值 QVVA,所述质量电压方差平均值 QVVA 被计算为:

$$QVVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{var_i}}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数。

34. 根据权利要求 33 所述的监控器,其中,所述质量参数包括每个状态的质量电压方差标准差 QVVSD,所述质量电压方差标准差 QVVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{var})_i - QVVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{var})_i - QVVA]^2}{N-1}。$$

35. 根据权利要求 22 至 34 中的一项所述的监控器,其中,所述质量参数包括每个状态的质量电流方差平均值 QIVA,所述质量电流方差平均值 QIVA 被计算为:

$$QIVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{var_i}}{N},$$

其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数。

36. 根据权利要求 35 所述的监控器,其中,所述质量参数包括每个状态的质量电流方差标准差 QIVSD,所述质量电流方差标准差 QIVSD 被计算为如下公式中的一个:

$$QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{var})_i - QIVA]^2}{N-1}, \text{ 以及}$$

$$QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{var})_i - QIVA]^2}{N}。$$

37. 根据权利要求 22 至 36 中的一项所述的监控器,还包括:

(e) 使用以度量标准表示的所述质量参数评价随后的焊接。

38. 一种评价执行电弧焊接工艺的多个操作者的方法,所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在每个电弧焊机由其相应操作者用来执行所述电弧焊接工艺时监控与每个所述操作者相关联的所述焊机来评价执行所述电弧焊接工艺的多个操

作者,其中所述电弧焊接工艺受控于所述焊机的电源的命令信号,特别是利用根据权利要求 22 至 37 中的一项所述的监控器进行监控的方法,所述方法包括:

对于每个操作者,

(a) 产生数值得分,特别是根据权利要求 1 至 21 中的一项所述的方法产生数值得分,所述数值得分指示相对于预定基准焊接的根据所述电弧焊接工艺形成的焊接的质量测量;

(b) 测量所述操作者执行所述电弧焊接工艺所花费的时间量;以及

(c) 使所述数值得分和所述焊接时间与所述操作者相关联。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,其中步骤 (a) 包括:

(a1) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;

(a2) 将所述波形划分成多个状态;

(a3) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数的数据集合;

(a4) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定的焊接参数的质量值;

(a5) 将每个质量值与预期质量值相比较,以判定所述质量值和所述预期质量值之差是否超过预定阈值;

(a6) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述质量值的权重,并且基于所述状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述质量值的权重;以及

(a7) 使用所述电弧焊接工艺期间得到的所有所述质量值,包括任何加权的的质量值,来确定所述数值得分。

40. 根据权利要求 38 或 39 所述的方法,其中,步骤 (b) 包括:针对每个操作者,确定所述操作者执行所述电弧焊接工艺所花费的评价时间段的百分比。

41. 根据权利要求 38 至 40 中的一项所述的方法,其中,每个所述操作者正在基本相同的条件下、执行基本相同的电弧焊接工艺。

用于监控焊接质量的方法和装置

[0001] 相关申请：本申请被提交作为在 35U. S. C. § 119(e) 下要求 2009 年 11 月 13 日提交的美国临时专利申请 No. 61/261, 079 的优先权 / 权益的非临时专利申请, 该临时专利申请的全部内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 总体发明构思涉及电弧焊接, 更具体来讲, 涉及用于以下目的的系统、方法和装置: 监控焊接工艺期间的变量并且相应地确定变量的权重、量化焊接质量、获得和使用表示良好焊接的数据、提高自动化焊接工艺的产量和改善自动化焊接工艺的质量控制、教导正确的焊接技术、鉴别 (identify) 焊接工艺的成本节省以及得到用作不同焊接工艺或应用的预设置的最佳焊接设置。

背景技术

[0003] 许多不同条件和参数对最终焊接的整体质量有贡献。因此, 电弧焊机的制造商已尝试监控焊机的操作, 以确定焊接质量和焊机在生产设备中进行操作期间的效率。在授予 Vaidya 的美国专利 No. 6, 051, 805 (下称“Vaidya”) 中阐明了监控电弧焊机的一种尝试, 其中, 采用计算机或其他可编程仪器来监控焊接操作的平均电流和效率, 焊接操作的效率被表达为执行焊接的时间与工作班次的总时间的比率。根据标准技术, 所公开的该监控系统包括第一控制电路, 该第一控制电路采用带有标准附件 (如 RAM 和 EPROM) 的中央处理单元的形式。第二控制电路连接到第一电路, 以在监控过程期间输入和输出信息。监控器在被公开为延续数小时或高达 999 小时的时间段内收集信息。监控器确定焊接效率并且监控用于确定平均电流的时间以及针对整体效率的累计的电弧焊接时间。

[0004] Vaidya 公开了在焊接过程期间监控电流和焊丝送进速度以及气流的能力。所有这种信息被储存在适合的存储装置中, 以供在焊接工艺期间随后恢复焊机的操作特性。以此方式, 可以测量焊机的产率, 以计算成本效率和其他参数。如在 Vaidya 中建议的, 其他制造商已尝试通过监控电弧焊机来测量焊接工艺期间的平均电流。然而, 测量焊接工艺期间的平均电流、电压、焊丝送进速度或其他参数以及使用这样的数据来记录焊接操作的性能并不令人满意。在过去, 监控装置没有预先了解正被监控的参数。

[0005] 因此, 在过去即使使用 Vaidya 中阐述的技术来监控诸如电流、电压甚至是焊丝送进速度的参数, 在响应上也已经引起混乱并且无法确定电弧的实际稳定性或者无法判定焊接工艺是高于还是低于所需参数值。出于以下目的这样的信息是必须被知晓的: 拒绝接受 (reject) 一焊接循环和 / 或确定以所需精度在该焊接循环期间进行的焊接的质量。总之, 监控用于各种焊接工艺的电弧焊机的操作并不令人满意, 因为没有可以用于评价焊接工艺实施期间的焊接工艺的现有知识。

[0006] 为了克服这些缺点, 授予 Hsu 的美国专利 No. 6, 441, 342 (下称“Hsu”) 公开了当焊机执行所选定的电弧焊接工艺创建关于焊机操作的信息时监控电弧焊机的监控器和方法。因此, 标准的高功率计算机技术的应用可以基于相同的精度和监控器产生的智能数据来使

用。Hsu 的监控器和监控系统采用焊接工艺期间的已知信息。该信息是固定的,并不变化。监控器集中关注焊接工艺的特定方面,以采用与实际性能相当的先验知识。因此,在焊接工艺的特定方面期间,确定选定的参数的稳定性和合格大小或水平。在监控之前,用已知的所需参数将焊接工艺分成多个固定的时间段。然后,可以用已知的计算机技术处理该数据,以评价焊接循环的各方面。

[0007] Hsu 公开了通过生成一系列快速重复波形的电弧焊机来执行焊接工艺。每个波形构成具有一循环时间的焊接循环。通过用于控制焊机操作的已知波形发生器来创建每个焊接循环(即,波形)。这些波形被分成多个状态,如分成脉冲焊接工艺中的多个状态,即本底(background)电流、上升斜坡、峰值电流、下降斜坡并且随后回到本底电流的状态。通过将已知的驱动波形划分成被定义为所产生的电弧特性的时间段的多个状态,可以监控这些状态中选定的任一个状态。事实上,可以多路复用许多状态。例如,在脉冲焊接工艺中,可以监控与峰值电流相关的状态。Hsu 公开了通过以优选地超过 1.0kHz 的高速率进行读取而监控焊接工艺的状态。在脉冲焊接工艺中使用的波形的各峰值电流状态期间,多次检测各实际焊接参数,如,电流、电压或甚至是焊丝送进速度。以此方式,在峰值电流状态的监控过程期间,忽略了上升斜坡、下降斜坡和本底电流。

[0008] 因此,将该峰值电流与已知的峰值电流相比较。可以使用峰值电流的函数来检测自电弧焊机输出的实际峰值电流的变化。在 Hsu 中,使用命令(command)峰值电流的低侧和高侧的最小水平和最大水平,以在脉冲焊接波形的各峰值电流状态期间多次确定峰值电流的水平。无论何时电流超过最大值或者小于最小值,对各波形期间的该事件进行计数。对焊接时间(即,执行焊接工艺或其某个重要部分所持续的时间)的总偏差或事件进行计数。如果该计数值超过每个波形或焊接时间期间的设定数目,则会发出警报,警告该特定焊接工艺经历了不期望的焊接状况。事实上,如果计数值超过最大水平,则拒绝(reject)该焊接。这一能力与统计标准差程序一起使用,来在波形的每个峰值电流状态期间多次读取峰值电流,以感测标准差的大小。实际上,该标准差是通过计算机程序进行的均方根(RMS)差计算。在 Hsu 中,计算平均峰值电流并且记录该峰值电流以及水平状况和稳定性特征。还确定正被监控的各状态(例如,脉冲波形的峰值电流状态)的电流或电压的 RMS。在监控峰值电流水平或标准增值时,可以通过电流水平和持续时间来监控本底电流阶段。

[0009] Hsu 公开了选择波形中的状态并且将该状态所需的和已知的命令信号与受监控状态期间焊接工艺的实际参数相比较。该选择基于波形发生器的先验知识。例如,在特定的焊丝送进速度 WFS1 下,对波形发生器进行编程,以调节峰值电流来控制电弧长度。然后,当以该焊丝送进速度 WFS1 进行焊接时,“得到通知的”监控器选择峰值电流段作为受监控状态。然而,在另一个焊丝送进速度 WFS2 下,对波形发生器进行编程,以调节本底时间(background time)来控制电弧长度(而不是峰值电流)。然后,当以该焊丝送进速度 WFS2 进行焊接时,“得到通知的”监控器选择本底时间作为受监控状态和参数。相比之下,后验(posteriori)监控器并不知道在不同的焊丝送进速度下,应该监控波形的不同方面来检测电弧稳定性。在这个实例中,在第一焊丝送进速度 WFS1 下监控本底时间或者在焊丝送进速度 WFS2 下监控峰值电流将会是非常低效的。因此,Hsu 公开了利用所需值的先验知识用波形的时间段来监控波形的该段。这样就能实际监控电弧焊接工艺而不只是对总波形求平均。

[0010] 与只读取焊接工艺期间经历的输出参数的正常过程相比,在 Hsu 中,该监控器的特征在于使用了先验知识。因此,当焊机的正常行为在焊接工艺的仅一个方面期间随时间变化而有所不同时,通过监控,大大简化了检测该正常行为的任务。Hsu 的教导不能应用于在恒定电压工艺中监控电压,因为在整个焊接循环期间,所需电压水平是已知的特征。然而,在其他焊接工艺中,当在波形的不同段期间电压和电流这二者都有所变化时,Hsu 的方法在精确读取选定的波形段期间受监控的实际参数之前,给出稳定性、RMS、标准差、平均值、最低下限和最高上限的精确读数。

[0011] 根据 Hsu,以精确的精度而不用读取总体输出信息来监控时变焊接过程,如脉冲焊接和短路焊接。在作为波形的选定的状态或段的每个波形中的选定时间,启动监控器。监控器以导向焊机电源的命令信号的形式比较实际参数与所需参数。在 Hsu 中,可以只在波形的一些特定段期间进行监控;然而,在异常事件中,例如,当电弧熄灭时或者当出现短路时,通过电压感测或电流感测来实现计算机操作的子程序,以重启电弧和 / 或纠正短接。这些事件的子程序与监控程序并行运行。因此,这些异常不会影响监控器的整体操作。这些子程序被构造为异常的状态或时间段。以与如上所述类似的方式,监控这些异常的状态内的参数或信号。

[0012] 在 Hsu 中,出于评价焊机的操作或效率的目的,可以累计关于日历时间、换班甚至是操作者的制造信息。通过监控波形的特定段或状态来监控每个焊接循环,能够累计随时间推移而经历的不期望事件。这样还能够进行趋势分析,使得在焊接工艺实际产生有缺陷的生产焊缝 (production welds) 之前,操作者可以采取纠错措施。通过趋势分析、缺陷分析、累计缺陷、所有这些项目的记入和对电弧焊机的相关实时监控,能够以即时方式直接进行干扰,以采取与纠错措施相对的预防措施。

发明内容

[0013] 总发明构思设想到用于监控焊接工艺期间的变量并相应地确定所述变量的权重、量化焊接质量以及获得和使用表示良好焊接的数据的系统、方法和装置。焊接质量数据考虑到自动化焊接工艺的产量提高和自动化焊接工艺的质量控制、教导正确的焊接技术、鉴别焊接工艺的成本节省以及得到用作不同焊接工艺或应用的预设置的最佳焊接设置。以举例的方式示出并且在本文中公开总体发明构思的各种方面、多个示例性系统、方法。

[0014] 根据一个示例性实施方案,公开了一种监控电弧焊机的方法,所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在电弧焊机执行选定的电弧焊接工艺时监控所述电弧焊机,所述选定的工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括:(a) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;(b) 将所述波形划分成多个状态;(c) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述波形状态中出现的选定的焊接参数,以得到选定的焊接参数的数据集合;(d) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定的焊接参数的稳定性值;(e) 将每个稳定性值与预期稳定性值相比较,以判定所述稳定性值和所述预期稳定性值之差是否超过预定阈值;以及(f) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重 (magnitude weight) 确定所述稳定性值的权重,并且基于波形状态相对于其波形的时间贡献 (contribution),以时间贡献权重确定所述稳定性值的权重。以此方式,所述方法可以向构成孤立点 (outlier) 的测得参数 (即,数据集合中的项)

分派多个权重（例如，基于其状态的偏差和时间贡献的程度 / 大小）。在一个示例性实施方案中，将孤立点定义为落在偏离焊接参数的平均值的三 (3) 个标准差的限值之外的焊接参数的测量值。还设想到用于执行该示例性方法的与电弧焊机集成的监控器。

[0015] 根据一个示例性实施方案，公开了一种量化焊接质量的方法，所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在电弧焊机执行选定的电弧焊接工艺时监控所述电弧焊机来量化焊接质量，所述选定的工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括：(a) 产生一系列快速重复的波形，每个波形构成具有一循环时间的焊接循环；(b) 将所述波形划分成多个状态；(c) 在焊接时间期间重复的时间段内，以询问速率测量在一个或多个所述状态中出现的多个选定的焊接参数；以及 (d) 基于时间段期间对所述选定的焊接参数的所述测量，计算每个所述状态的多个质量参数，其中，所述质量参数表征所述焊接的整体质量测量。还设想到用于执行该示例性方法的与电弧焊机集成的监控器。

[0016] 在一个示例性实施方案中，所述方法还包括：(e) 将针对每个时间段计算出的每个所述质量参数的值与对应的预期质量参数值相比较，以判定所述计算出的质量参数值和所述预期质量参数值之差是否超过预定阈值；以及 (f) 如果所述差超过所述阈值，则基于所述差，以大小权重确定所述计算出的质量参数值的权重，并且基于其状态相对于包括所述状态的波形的时间贡献，以时间贡献权重确定所述计算出的质量参数值的权重。还设想到用于执行该示例性方法的与电弧焊机集成的监控器。

[0017] 在一个示例性实施方案中，所述询问速率是 120kHz。在一个示例性实施方案中，所述时间段大致为 250ms。

[0018] 在一个示例性实施方案中，所述选定的焊接参数包括针对每个所述状态的所述时间段内对每个所述选定的焊接参数采取的所述测量的计数、所述时间段内的平均电压 $\overline{voltage}$ 、所述时间段内的均方根电压 RMSV、所述时间段内的电压方差 V_{var} 、所述时间段内的平均电流 $\overline{current}$ 、所述时间段内的均方根电流 RMSI 以及所述时间段内的电流方差 I_{var} ，其中， $\overline{voltage} = \text{所述时间段内测得的电压之和} / \text{电压测量的所述计数}$ ，其中，

$$RMSV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(voltage)_i]^2}{N}}, \text{ 其中, } V_{var} = RMSV - \overline{voltage}, \text{ 其中, } \overline{current} = \text{所述时间段}$$

内测得的电流之和 / 电流测量的所述计数，其中， $RMSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i]^2}{N}}$ ，并且其中，

$$I_{var} = RMSI - \overline{current}。$$

[0019] 在一个示例性实施方案中，所述质量参数包括每个状态的质量计数平均值 QCA，所述质量计数平均值 QCA 被计算为： $QCA = \frac{\sum_{i=1}^N count_i}{N}$ ，其中，N 是所述时间段内焊接循环的总数，并且其中， $count_i$ 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的所述测量的计数。

[0020] 在一个示例性实施方案中，所述质量参数包括每个状态的质量计数标准差 QCSD，

所述质量计数标准差 QCSD 被计算为 $QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(count)_i - QCA]^2}{N-1}$ 。在一个示例性实施方案中,

所述质量参数包括每个状态的质量计数标准差 QCSD,所述质量计数标准差 QCSD 被计

算为: $QCSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(count)_i - QCA]^2}{N}$ 。

[0021] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压平均值 QVA,所

述质量电压平均值 QVA 被计算为: $QVA = \frac{\sum_{i=1}^N voltage_i}{N}$, 其中, N 是所述时间段内焊接循环

的总数,并且其中, $voltage_i$ 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电压测量。

[0022] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压标准差 QVSD,

所述质量电压标准差 QVSD 被计算为: $QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(voltage)_i - QVA]^2}{N-1}$ 。在一个示例性实施

方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压标准差 QVSD,所述质量电压标准差 QVSD 被

计算为: $QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(voltage)_i - QVA]^2}{N}$ 。

[0023] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流平均值 QIA,所

述质量电流平均值 QIA 被计算为: $QIA = \frac{\sum_{i=1}^N current_i}{N}$, 其中, N 是所述时间段内焊接循环

的总数,并且其中, $current_i$ 是指所述时间段内针对特定的一个焊接循环的电流测量。

[0024] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流标准差 QISD,

所述质量电流标准差 QISD 被计算为: $QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i - QIA]^2}{N-1}$ 。在一个示例性实施

方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流标准差 QISD,所述质量电流标准差 QISD 被

计算为: $QISD = \frac{\sum_{i=1}^N [(current)_i - QIA]^2}{N}$ 。

[0025] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压方差平均值

QVVA,所述质量电压方差平均值 QVVA 被计算为: $QVVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{var_i}}{N}$, 其中, N 是所述时间段

内焊接循环的总数。

[0026] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压方差标准差

QVVSD,所述质量电压方差标准差 QVVSD 被计算为: $QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{var})_i - QVVA]^2}{N-1}$ 。在一

个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电压方差标准差 QVVSD,所述质量

电压方差标准差 QVVSD 被计算为: $QVVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(V_{var})_i - QVVA]^2}{N}$ 。

[0027] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流方差平均值 QIVA,所述质量电流方差平均值 QIVA 被计算为: $QIVA = \frac{\sum_{i=1}^N V_{\text{var}_i}}{N}$, 其中, N 是所述时间段内焊接循环的总数。

[0028] 在一个示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流方差标准差 QIVSD,所述质量电流方差标准差 QIVSD 被计算为: $QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{\text{var}})_i - QIVA]^2}{N-1}$ 。在一个

示例性实施方案中,所述质量参数包括每个状态的质量电流方差标准差 QIVSD,所述质量电流方差标准差 QIVSD 被计算为: $QIVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(I_{\text{var}})_i - QIVA]^2}{N}$ 。

[0029] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(e) 使用以度量标准表示的所述质量参数评价随后的焊接。还设想到用于执行该示例性方法的与电弧焊机集成的监控器。

[0030] 根据一个示例性实施方案,公开了一种评价多个焊接的方法,所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在电弧焊机根据电弧焊接工艺执行焊接时监控所述电弧焊机来评价根据基本相同的电弧焊接工艺、在基本相同的条件下执行的多个焊接,所述选定的工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括在每个焊接期间:(a) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;(b) 将所述波形划分成多个状态;(c) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,来得到所述选定的焊接参数的数据集;(d) 针对每个时间段,自所述数据集计算所述选定的焊接参数的质量值;(e) 将每个质量值与预期质量值相比较,以判定所述质量值和所述预期质量值之差是否超过预定阈值;(f) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述质量值的权重,并且基于所述状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述质量值的权重;以及(g) 使用所述焊接时间期间得到的所有所述质量值,包括任何加权的质量值,来确定所述焊接的质量得分。

[0031] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(h) 如果所述焊接的质量得分在质量得分的第一预定范围内,则拒绝接受所述焊接;以及(i) 如果所述焊接的质量得分在质量得分的第二预定范围内,则接受所述焊接。

[0032] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(h) 使每个焊接与其对应的质量得分永久地相关联。

[0033] 在一个示例性实施方案中,所述询问速率是 120kHz。在一个示例性实施方案中,所述时间段大致是 250ms。

[0034] 在一个示例性实施方案中,所述选定的焊接参数是电弧电流。在一个示例性实施方案中,所述选定的焊接参数是电弧电压。

[0035] 根据一个示例性实施方案,公开了一种向使用包括集成监控器的电弧焊机手动执行电弧焊接工艺的个体(即,操作者)提供指示的方法,所述焊机通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数执行电弧焊接工艺,所述监控器能够监控实际焊接参数,并且电弧焊接工艺受控于焊机电源的命令信号。所述方法包括:(a) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;(b) 将所述波形划分成多个状态;(c) 在时间段

内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数的数据集合;(d) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定的焊接参数的质量值;(e) 将每个质量值与预期质量值相比较,以判定所述质量值和所述预期质量值之差是否超过预定阈值;(f) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述质量值的权重,并且基于所述状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述质量值的权重;(g) 使用包括任何权重的质量值来更新焊接的当前总质量得分;(h) 判定当前总质量得分是否在焊接工艺期间的合格质量得分的预定范围内;以及(i) 如果当前总质量得分在合格质量得分的预定范围之外,则向操作者提供关于纠错动作的信息。

[0036] 在一个示例性实施方案中,所述询问速率是120kHz。在一个示例性实施方案中,所述时间段大致是250ms。

[0037] 在一个示例性实施方案中,在视觉上提供信息。在一个示例性实施方案中,在听觉上提供信息。

[0038] 在一个示例性实施方案中,所述信息包括提示的焊丝相对于工件的位置变化。在一个示例性实施方案中,所述信息包括提示的焊丝相对于工件的移动速率的变化。

[0039] 在一个示例性实施方案中,以预定报告速率向操作者提供信息。在一个示例性实施方案中,所述报告速率小于30秒。在一个示例性实施方案中,所述报告速率大于或等于30秒。

[0040] 在一个示例性实施方案中,如果当前总质量得分中的最近变化指示当前总质量得分有可能落到合格质量得分的预定范围之外,则提供所述信息。

[0041] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(j) 如果当前总质量得分在合格质量得分的预定范围之内,则向操作者提供关于不必进行纠错动作的确认。

[0042] 公开了一种评价执行电弧焊接工艺的多个操作者的方法,所述方法通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数从而在每个电弧焊机由其相应操作者用来执行所述电弧焊接工艺时监控与每个操作者相关联的所述电弧焊机来评价执行所述电弧焊接工艺的多个操作者,所述电弧焊接工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括:对于每个操作者,(a) 产生数值得分,所述数值得分指示相对于预定基准焊接的根据所述电弧焊接工艺形成的焊接的质量测量;(b) 测量所述操作者执行所述电弧焊接工艺花费的时间量;以及(c) 使所述数值得分和所述焊接时间与所述操作者相关联。

[0043] 在一个示例性实施方案中,所述数值得分通过以下步骤产生:(a1) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;(a2) 将所述波形划分成多个状态;(a3) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数的数据集合;(a4) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定的焊接参数的质量值;(a5) 将每个质量值与预期质量值相比较,以判定所述质量值和所述预期质量值之差是否超过预定阈值;(a6) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述质量值的权重,并且基于所述状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述质量值的权重;以及(a7) 使用所述电弧焊接工艺期间得到的所有所述质量值,包括任何加权的质量值,以确定所述数值得分。

[0044] 根据一个示例性实施方案,公开了一种对选定的电弧焊接工艺进行成本效益分析的方法,其中,电弧焊机通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数来执行电弧焊接

工艺,所述选定的工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括:(a) 确认能够影响整体焊接质量的多个焊接条件;(b) 针对多个焊接变化焊接条件之一并且针对焊接固定所有其余的焊接条件;(c) 针对每个焊接:(i) 产生一系列快速重复的波形,每个波形构成具有一循环时间的焊接循环;(ii) 将所述波形划分成多个状态;(iii) 在时间段内,以询问速率测量在一个所述状态中出现的选定的焊接参数,以得到所述选定的焊接参数的数据集合;(iv) 针对每个时间段,自所述数据集合计算所述选定的焊接参数的稳定性值;(v) 将每个稳定性值与预期稳定性值相比较,以判定所述稳定性值和所述预期稳定性值之差是否超过预定阈值;(vi) 如果所述差超过所述阈值,则基于所述差,以大小权重确定所述稳定性值的权重,并且基于波形状态相对于其波形的时间贡献,以时间贡献权重确定所述稳定性值的权重;(vii) 使用包括任何加权稳定性值的焊接时间期间得到的稳定性值来计算焊接的整体质量得分;(viii) 确定焊接的成本;以及(ix) 使质量得分和成本与焊接相关联。

[0045] 在一个示例性实施方案中,焊接条件包括焊丝特性、工件特性、保护气体流速、保护气体组分以及工件预热温度中的一个或更多个。

[0046] 在一个示例性实施方案中,成本包括与生成焊接相关的货币支出。在一个示例性实施方案中,成本包括完成焊接所需的总时间。

[0047] 在一个示例性实施方案中,所述稳定性值是选定的焊接参数的标准统计偏差。

[0048] 在一个示例性实施方案中,所述询问速率是 120kHz。在一个示例性实施方案中,所述时间段大致是 250ms。

[0049] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(d) 输出与每个焊接相关联的质量得分和成本(或其相应的平均值)。

[0050] 根据一个示例性实施方案,公开了一种使用预设置的焊接参数得到具有所需质量的焊接的方法,通过创建推进的焊丝和工件之间的实际焊接参数由执行选定的电弧焊接工艺的电弧焊机产生焊接,所述焊接工艺受控于所述焊机的电源的命令信号。所述方法包括:(a) 向用户呈现选定的焊接参数的多个集合连同对应于各集合的质量得分,其中,所述质量得分量化之前使用选定的焊接参数的集合得到的焊接的整体质量;(b) 从用户接收关于使用哪个选定的焊接参数的集合来执行焊接工艺的输入;以及(c) 使用对应于输入的选定的焊接参数的集合来执行焊接工艺。

[0051] 在一个示例性实施方案中,向用户呈现与使用选定的焊接参数的各集合执行焊接工艺相关联的成本。

[0052] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(d) 从用户接收确认最小合格质量得分的输入;以及(e) 过滤掉与低于最小合格质量得分的相关联质量得分对应的选定的焊接参数的所有集合。

[0053] 在一个示例性实施方案中,所述方法还包括:(d) 从用户接收确认合格质量得分范围的输入;以及(e) 过滤掉与合格焊接质量得分范围之外的相关联质量得分对应的选定的焊接参数的所有集合。

[0054] 根据以下对示例性实施方案的详细说明、权利要求书以及附图,总体发明构思的多个方面以及其他实施方案将容易变得清楚。

附图说明

[0055] 以下,参照附图,以举例的方式更详细地描述总体发明构思及其实施方案和优点,在附图中:

[0056] 图 1 是图示说明根据一个示例性实施方案的电弧焊机的监控器的组合框图和计算机流程图或程序;

[0057] 图 2 是来自波形发生器的电流命令曲线图,该曲线图示出根据一个示例性实施方案的被划分成具有固定持续时间和可变持续时间这二者的时间段或状态的命令波形;

[0058] 图 3 是根据一个示例性实施方案的电弧电流的实际命令信号与以虚线添加的实际电弧电流参数的电流曲线图;

[0059] 图 4 是根据一个示例性实施方案的用于监控焊机的内部信号而不是如图 2 和图 3 所图示说明的焊接参数的本发明的一个方面的框图;

[0060] 图 5 是图示说明如在图 4 所示的示例性实施方案中经历的波形、焊丝送进器命令信号和实际焊丝送进器命令信号的时基曲线图;

[0061] 图 6 是图示说明根据一个示例性实施方案的水平监控特征的参数曲线的一部分;

[0062] 图 7 是图示说明根据一个示例性实施方案的在图 2 和图 3 所示波形的所选状态期间的稳定性处理的框图和计算机流程图或程序;

[0063] 图 8 是用于处理来自图 1 所示的示例性实施方案的水平监控阶段的信息的框图和计算机流程图或程序;

[0064] 图 9 是图示说明根据一个示例性实施方案的加权取样的焊接数据参数的加权方法的流程图;

[0065] 图 10 是根据一个示例性实施方案的概念性生产线的示图;

[0066] 图 11 是图示说明根据一个示例性实施方案的指导方法的流程图;

[0067] 图 12 是图示说明根据一个示例性实施方案的用于监控学生的系统的框图。

[0068] 图 13 是图示说明根据一个示例性实施方案的监控学生的方法的流程图。

[0069] 图 14A 和图 14B 是示出根据一个示例性实施方案的用于焊接工艺的成本分析中的示例性数据的表格。

[0070] 图 15 是示出根据一个示例性实施方案的与焊接条件、焊机和焊接工艺相关联的预设数据的表格。

具体实施方式

[0071] 虽然总体发明构思容许存在许多不同形式的实施方案,但是这些构思在附图中示出并且本文中将在其具体实施方案中对其进行描述,此时要理解本公开将只被视为总体发明构思的原理的举例。因此,总体发明构思不旨在限于本文所图示说明的具体实施方案。此外,美国专利 No. 5, 278, 390 和 No. 6, 441, 342 的公开内容以引用方式全文并入本文,因为这些公开内容可以提供有助于更好理解总体发明构思的具体方面和 / 或进步的背景。

[0072] 以下是整个公开内容中使用的示例性术语的定义。所有术语的单数形式和复数形式都落入各含义内:

[0073] 如本文中使用的与“电路”同义的“逻辑”包括(但不限于)用于执行功能(一种或多种)或动作(一个或多个)的硬件、固件、软件和 / 或其组合。例如,基于所需的应用或需要,逻辑可以包括受软件控制的微处理器、离散逻辑(如,专用集成电路(ASIC))或其

他可编程逻辑器件。在一些情形下,逻辑还可以被完全实施为软件。

[0074] 如本文中使用的“软件”或“计算机程序”包括(但不限于)一个或更多个计算机可读和/或可执行指令,这些指令致使计算机或其他电子装置以所需方式执行功能、动作和/或行为。这些指令可以实现为各种形式,如,包括得自动态链接库的单独应用程序或代码的子程序、算法、模块或程序。软件还可以实现为各种形式,如,独立程序、函数调用、小服务程序(servlet)、小应用程序(applet)、储存在存储器、操作系统的一部分中的指令或其他类型的可执行指令。本领域的普通技术人员将会理解,软件的形式取决于(例如)对所需应用的要求、对软件的运行环境的要求和/或设计者/编程者的需要等。

[0075] 如本文中使用的“计算机”或“处理单元”包括(但不限于)任何可以储存、取回(retrieve)和处理数据的经编程或可编程电子装置。

[0076] 现在,参照附图,这些附图图示说明总体发明构思的各种示例性实施方案和采用该总体发明构思的应用,图1示出电弧焊机10中的标准机载计算机实现的框图和流程图或程序。例如,焊机10可以是Lincoln Electric公司(克利夫兰市,俄亥俄洲)销售的基于逆变器(inverter)的电弧焊机Power Wave。根据标准技术,焊机10包括将电流导向电源12的三相电输入L1、L2、L3。机载用计算机操作的控制器操作基于逆变器的电源,以在端子14创建正电势并且在端子16创建负电势。

[0077] 通过将之前确定的选定波形导向实际焊接电路来执行选定的电弧焊接工艺,该实际焊接电路被示出具有标准的平滑电感器18。焊机10对自卷筒22推进的焊丝20执行电弧焊接工艺,该卷筒22由送进器24以所需速率驱动,该送进器24以马达26的速度运行。电弧的热量熔融焊丝20和工件30,以将得自焊丝的熔融金属沉积到工件上。为了监控焊接工艺的实际参数,分流器32在线路34a上提供来自块34的输出信号 I_a 。该信号代表任何给定时间的实际电弧电流。以类似的方式,用块36感测焊丝20和工件30之间的电压,所以线路36a上的输出 V_a 是构成第二焊接参数的瞬时电弧电压。图1所图示说明的焊接参数是实际电弧电流 I_a 和实际电弧电压 V_a 。

[0078] 受控来实践本发明的另一个参数是丝送进速度(WFS),该速度是由马达26的转动造成的。因此,如稍后所说明的,焊接工艺的三个外部可读焊接参数是线路34a中的电弧电流 I_a 、线路36a中的电弧电压 V_a 和线路46b中可读的焊丝送进速度WFS。由转速计或编码器46c读取线路46b中的WFS,该转速计或编码器46c连接于送进器齿轮箱的驱动辊24或者可供选择地连接到焊丝所附接的被动轮上。在图1中,示出由送进辊驱动转速计。例如,还可以由马达26的输出轴驱动转速计。

[0079] Power Wave电弧焊机包括用于创建一系列快速重复波形的波形发生器,每个波形(例如,单序列的电压/电流波形)构成具有一循环时间的焊接循环。在焊接工艺期间重复这些焊接循环,以限定焊接时间。在授予Blankenship的美国专利No. 5, 278, 390中示出PowerWave焊机10的一个实施方案,其中,焊机通过命令线路42控制电源12要输出的各个波形并且通过命令线路44控制马达26的速度。命令线路44具有被马达26的焊丝驱动控件46上的微处理器识别的信号,以在线路46a中输出马达电压驱动PWM脉冲。实际上,线路44上的信息是数字的并且线路46a上的命令信号是模拟的。波形发生器40在线路42、44中创建数字信号,以控制焊机10要执行的所需焊接工艺。可以由适合的监控装置读取外部参数 I_a 、 V_a 和WFS。

[0080] 波形发生器 40 将每个输出波形划分成或分段成一系列的时间分段部分或状态。在一个示例性实施方案中, 监控器 M 是加载到焊机 10 的计算机中的程序, (除了别的目的之外), 其用于读取波形的一个选定的段期间的参数。在不脱离总体发明构思的精神和范围的情况下, 可以使用软件、硬件及其组合实现监控器 M。由波形发生器 40 确定波形正受监控的部分。事实上, 监控器 M 监控发生器 40 输出的波形的各种时间段或状态。实际上, 波形发生器 40 选择形成波形的多个时间段并且将各种状态输出到命令接口 70。因此, 命令接口 70 致使测量发生器输出的各波形的选定的时间段期间的参数。命令接口 70 上的信息或数据包括正受监控的一个或多个状态以及各种参数 I_a 、 V_a 和 / 或 WFS 的特定值或水平。

[0081] 监控器 M 的接口 70 包含识别正处理的特定状态的数据连同正读取的焊接参数的值。水平阶段 81 分析接口 70 中的数据, 以基于水平确定参数的关系。将实际参数与得自发生器 40 的波形的选定状态期间练习或测得的参数进行比较。在波形的特定段或状态期间, 水平监控阶段 81 读取线路 34a、36a 和 46b 中的实际参数。将这些实际参数的瞬时值储存在内部存储器 (认定为报告逻辑 82) 中。如振荡器 84 所表示的, 快速进行实际参数的读数。在一个示例性实施方案中, 以脉冲焊接的 120kHz 的速率进行实际参数的读数。可以调节该速率; 然而, 速率越高, 水平测量的敏感度越高。水平监控 81 还确定实际焊接参数与最小水平或最大水平的偏差。以此方式, 不仅可以储存实际值, 还储存代表给定状态的参数的实际读数与最小水平或最大水平相比的偏差的数据。报告存储器或逻辑 82 在波形的给定状态期间记录与设定水平的偏差以及在波形的选定状态期间的实际水平。对于整个焊接循环, 对这些读数进行累计、计数或者说是处理, 以确定焊接质量和任何趋向于焊接缺陷的趋势。

[0082] 在一个示例性实施方案中, 基于多个标准确定这些读数 (例如, 周期性累计的读数集合) 的权重。例如, 可以每 250ms 累计读数。在一个示例性实施方案中, 确定集合的权重是基于其与预期值 (例如, 预定阈值、平均值) 偏差的大小和其时间段相对于对应波形的时间贡献。例如, 可以在水平监控阶段 81 或任何类似或相关的数据处理阶段中实现这样的加权方法 (例如, 图 9 中示出并在以下描述的加权方法 900)。

[0083] 稳定性监控阶段 91 以振荡器 94 确定的快速速率读取线路 34a、36a 和 46b 上的实际焊接参数。在一个示例性实施方案中, 以脉冲焊接的 120kHz 的速率进行实际参数的读数。稳定性监控阶段 91 分析正输出的波形的状态期间实际焊接参数的标准偏差或绝对偏差。报告存储器或逻辑 92 记录波形的给定状态期间的该偏差以及波形的选定阶段期间的实际值。对于整个焊接循环, 对这些读数进行累计、计数或者说是处理, 以确定焊接质量和任何趋向于焊接缺陷的趋势。

[0084] 在一个示例性实施方案中, 基于多个标准确定这些读数 (例如, 周期性累计的读数集合) 的权重。例如, 可以每 250ms 累计读数。在一个示例性实施方案中, 确定集合的权重是基于其与预期值 (例如, 预定阈值、平均值) 偏差的大小和其时间段相对于对应波形的时间贡献。例如, 可以在稳定性监控阶段 91 或任何类似或相关的数据处理阶段中实现这样的加权方法 (例如, 图 9 中示出并在以下描述的加权方法 900)。

[0085] 当使用监控阶段 81 或监控阶段 91 时, 会略过 (skip) 几个波形。在一个示例性实施方案中, 在起始序列之后, 监控所有波形, 以分析波形的各种选定状态期间的实际焊接参数。监控焊接工艺中给定波形的多个状态, 并且单独针对各状态记录结果, 以供分析水平一

致性、趋势和稳定性。当测量稳定性时,在监控器 M 中使用标准差算法,以评价 I_a 、 V_a 和 / 或 WFS。该信息可用于分析形成具有给定循环时间的整个焊接循环的波形的各种段中的每个段。实际上,监控某些状态(如,脉冲波形期间的峰值电流),以确定脉冲焊接工艺的稳定性和水平偏差。在 STT 焊接工艺中,监控器 M 记录每个波形的短路时间,因为这些段根据焊接工艺的外部条件及时变化。短路时间的变化通知焊接工程师来实现调节。

[0086] 如图 2 和图 3 中所示,标准的波形发生器 40 产生的一系列快速重复波形被划分成时间状态。输出电流命令波形是具有峰值电流 102 和本底电流 104 的脉冲波形 100,峰值电流 102 具有图 3 所示的时间段 A 的固定持续时间,本底电流 104 具有图 3 所示的时间段 B 的可变持续时间。波形在时刻 t_1 - t_4 被划分成时间段,使得命令接口 70 接收在任何给定时间发生器 40 正处理的特定状态。如图 3 中通过虚线 110 所示,得自图 1 中的分流器 33 的实际电弧电流偏离波形 100 的命令电流信号。

[0087] 在选定的功能状态(如,状态 A 或状态 B)期间,以振荡器 84 或振荡器 94 确定的速率读取实际电弧电流 I_a 。实际上,这是单个软件振荡器。水平监控阶段 81 记录实际参数 110 和波形 100 的命令水平之间沿着坐标方向的偏差。在选定的状态期间,稳定性监控阶段 91 读取实际参数的统计标准差。通常,监控脉冲焊接过程的状态 A 和 B。然而,可以监控 t_1 - t_2 之间的上升状态和 / 或 t_3 - t_4 期间的下降状态,以控制或至少读取波形的这些状态期间的实际参数的活动。如图所图示说明的,本底时间段 B 具有可变时间,如用时刻 t_1 的可变时间位置示出的。因此,正受监控的状态可以具有固定的持续时间或可变持续时间。当处于可变持续时间时,监控该状态,直到持续时间结束。报告逻辑 82 感测其作为从一个时刻(即, t_4) 到随后时刻(即, t_1) 的水平。当时刻 t_1 相对于时刻 t_4 变化时,将每个波形的该时间记录为与已知时间相比的水平,通过选择发生器 40 的焊接模式从接口 70 得到所述已知时间。

[0088] 监控器 M 监控波形的特定选定状态期间的实际焊接参数;然而,监控器还进行编程,以操作计算机来确定内部信号(如,线路 46a 上对马达 26 的实际输入)的稳定性和 / 或水平特性。利用图 5 所示的信号,在图 4 所示的流程图中阐明了对线路 46a 上信号的这样的内部监控。

[0089] 焊丝送进器中的微处理器包括子程序,该子程序是类似于误差放大器的 PID 比较网络。在图 4 中,将该 PID 比较器示意性地图示说明为块 152,其具有第一输入 46b(即,焊丝送进速度 WFS)和线路 44 上的命令信号。由转速计或编码器读取线路 46b 上的实际 WFS,以读取 WFS,该转速计或编码器连接于送进器齿轮箱的驱动辊 24 或者可供选择地连接到焊丝所附接的被动轮上。PID 的输出 156 是脉宽调制器 158 的输入端的电压电平,其在送进器的微处理器中被数字化。脉宽调制器的输出是线路 46 上针对马达 26 的命令信号,用于控制送进器 24 的焊丝送进速度。

[0090] 根据一个示例性实施方案,监控器 M 包括如图 4 中示意性地图示说明的处理程序,其中,由处理块 160 读取线路 156 上的信号并且读取结果在线路 162 上输出到如之前相对于图 1 所示实施方案所讨论的水平监控阶段 81 和 / 或稳定性监控阶段 91 的输入。因此,快速(超过 1kHz)读取线路 156 上的内部信号,以检查该内部信号的水平和 / 或该信号的稳定性。

[0091] 如图 5 中所图示说明的,脉冲焊接的波形 100 延伸成为得自发生器 40 的波形的继

续。至于焊丝送进速度,线路 44 上得自发生器 40 的命令信号采用图 5 所示的形式。其包括起始上升部分 170 和最后下降部分 172。这两部分造成线路 44 上的命令信号骤升或骤降。在线路 44 上信号的这些异常命令部分之间,存在一般水平的焊丝送进速度命令,采用该命令来测试线路 156 上的该内部信号的稳定性和 / 或水平偏差。在图 5 中,一直保持焊丝加速部分 170,直到速度被稳定化。也监控该时间。可以使用与图 4 和图 5 中所示的相同的构思来监控其他内部信号。水平监控阶段判定线路 156 上的信号是否长时间超过最小值或最大值。对于焊丝送进器而言,这通常表示送进器系统中出现堵塞。

[0092] 图 6 示出水平监控阶段的构思,其中,阈值 180 是最大参数水平并且阈值 182 是最小参数水平。当被图示说明为电弧电流的参数超过阈值 180(如瞬态 184 所表示的)时,记录过电流事件。以类似方式,当电流小于最小水平 182(如瞬态 186 所表示的)时,记录低电流事件。另外,可以基于多个标准确定这些事件的权重。在一个示例性实施方案中,确定每个事件的权重是基于其偏离预期值(例如,预定阈值、平均值)的大小和其时间段相对于对应波形的时间贡献。例如,可以在水平监控阶段 81、稳定性监控阶段 91 或任何类似或相关的数据处理阶段中实现这样的加权方法(例如,图 9 中示出并在以下描述的加权方法 900)。

[0093] 周期性对加权事件进行计数或者说是累计,以提供如图 1 所示的水平监控阶段 81 的输出。例如,可以每 250ms 累计加权事件。因此,水平监控阶段 81 检测高于预设阈值的偏差值 184 和低于预设水平的偏差值 186。在接口 70 中,通过特定状态设置这些水平。波形的这些状态采用具有阈值的水平监控阶段 81,并且同一波形的其他状态可以使用稳定性监控阶段 91。优选地,并且实际上,这两个监控阶段都用于监控器 M 正询问的波形的选定的一个或多个状态。

[0094] 如根据图 4 和图 5 中的公开内容所说明的,图 1 中示出的实施方案监控得自发生器 40 的波形的选定状态期间或整个焊接期间内部控制信号的实际参数的水平和 / 或稳定性。如之前说明的,图 1 中的监控器 M 提供了用于分析工作时间内焊机的焊接循环或整个操作的加权数据。在已确定并储存数据之后,使用各种分析程序来处理数据。根据一个示例性实施方案,通过如图 7 中所示的两个程序来分析得自监控阶段 91 的加权稳定性数据。本领域的技术人员能够用各种计算机程序分析稳定性数据,以记录、显示并处理干扰或评价。

[0095] 如图 7 中所示,分析程序 200 使用监控器 M 的监控阶段 91 的结果(即,加权稳定性值)。作为实施例,在监控时刻 t_2 - t_3 之间的时间状态(即,如图 2 和图 3 所示波形的电流峰值部分)期间,运行程序 200。示出分析程序 200 为计算机流程,该流程示出用于分析峰值电流状态期间稳定性阶段 91 的结果的两个系统,在该峰值电流状态中,计算线路 34a 中的实际电流的统计标准差。实际上,在监控阶段 91 计算得到偏差之前,稍有延迟。在状态 t_2 - t_3 期间读取 I_a 但在其他情况下忽略 I_a 的取样选择特征件被图示说明为取样选择器或滤波器 90a。并入滤波器 90a 中的时间段 t_2 - t_3 开始时的这种程序延迟使得监控器能忽略电流中的波动,这些波动是在输出波形的各种阶段中的每个水平变化期间经历的。

[0096] 在图 7 所示的经编程流程中,由示出为块 210 的计算机程序读取得自监控阶段 91 的稳定性输出,如在时刻 t_3 时确定的每个波形末尾处的线路 210a 上的逻辑所指示地预设该块 210。因此,由块 210 捕获(capture)每个波形的稳定性。根据两个单独的分析程序来处理这一捕获的稳定性数据。

[0097] 第一程序包括超过分析子程序 (pass analysis routine) 212。如果给定波形的稳定性超过块 212 中设置的所需阈值,则在线路 214 上输出该信息。如果特定波形的稳定性低于所需阈值,则在线路 216 中出现逻辑信号。在每个焊接循环期间,由线路 224 上的逻辑启动计数器 220、222。因此,在计数器 220 或计数器 222 中,对焊接循环期间每个波形的稳定性超过信号进行计数。当然,忽略每个状态 t_2-t_3 的第一部分,以使得 I_a 稳定。如读取块 220a、222a 分别表示的,读取、储存或者说是保持这两个计数器的结果。在一个示例性实施方案中,如果计数器阶段 222 累计的不稳定性超过预期数目,则如块 226 所表示的,拒绝接受该焊接循环。

[0098] 图 7 所示的计算机程序 200 的第二分析实现方式被图示说明为块 230。这是在焊接循环期间启动的程序。将所有波形期间累计的焊接循环的总不稳定性分析作为总数,其中,100 是最稳定的电弧。如块 236 所表示的,读取、储存或者说是保持这种稳定性累计器和分析阶段的输出。如果读取阶段 234 低于设定的稳定性,则如块 238 所表示的,拒绝接受该焊接循环。本领域的技术人员可以设计其他程序来分析得自稳定性阶段 91 的监控器 M 的结果。计算机程序 200 表现出用于分析所得到的加权稳定性数据的两种实现方式。根据监控器被构造用于检测的电弧稳定性的性质或焊接质量问题,可以选择性地启动这两种实现方式(启动一种方式或另一种方式或同时启动这两种方式)。有利的是,只读取波形的选定状态中的稳定性,因为可变脉冲内的稳定性是不可得的。

[0099] 根据另一个示例性实施方案,图 8 中示出用于分析监控器 M 的水平监控阶段 81 的结果(即,加权读取值)的计算机程序。在该图示说明的实施方案中,水平分析(level analysis)程序 250 以两个单独的子程序来处理来自监控水平阶段 81 的输出,这两个单独的子程序被确定为利用滤波器 80c 的最小监控阶段 81a 和利用滤波器 80d 的最大监控阶段 81b。可以单独使用这些阶段中的任一个,或者实际上,组合这些阶段。子部分 81a 涉及确定图 6 所示的转换 186,即,实际参数低于阈值最小值 182 的事件。当程序步骤 252 选择阶段 81a 时,使用得自发生器 40 的线路 202a 上的最小水平。如所表示的,块 254 对每个焊接循环的这些事件进行计数。由线路 254a 上的逻辑在焊接循环期间启动计数器。计数器 254 针对的是焊接循环中使用的波形的总数。如线路 258 所表示的,通过对来自发生器 40 的输出的时刻 t_3 的出现进行计数,得到波形的数目。如之前所表示的,通常忽略状态的第一部分,以去除任何特定状态开始时的异常不一致。块 260 是计算机程序流程子程序,用于将得自监控阶段 81a 的累计最小事件 186 除以得自计数器 256 的数 N。这样提供了焊接循环期间最小转换的平均值,该平均值被提供到子程序 262。如块 262a 所表示的,读取、储存或者说是输出平均最小转换。如果该平均值高于由波形发生器或程序步骤 264 提供的特定阈值数,则程序子程序 266 判定焊接循环是不合格的。如果是合格的,则不采取行动。然而,如果合格子程序 266 判定该平均值只是接近数 264,则由块 266a 提供警报信号。总的不合格性通过子程序 266b 提供一焊接拒绝接受信号。本领域的技术人员可以设想到用其他计算机程序来实施对实际参数的最小电流偏差或转换的分析(当该分析涉及设定阈值时)。

[0100] 在图 8 中,最大监控阶段 81b 结合最小阶段 81a 来操作。最大水平处于源自发生器 40 的线路 202b 上,并且当程序 270 选择阶段 81b 时使用该最大水平。类似的数据信息和编程保持相同的数量。计数器 272 对状态 t_2-t_3 期间的事件 184 的数量进行计数。子程序 280 提供在焊接循环过程中形成的各种波形期间事件 184 的平均值。如块 282a 所表示

的,读取、储存或者说是使用块 282 中的该平均值。在块 286 中,处理合格子程序,其中,将发生器 40 输出的由块 284 表示的或者说由计算机程序实现的数目与得自块 282 的平均值进行比较,以当平均值接近由块 284 表示的设定数目时,如块 286a 表示的,提供警报信号。如块 286 所指示的,如果达到这个数目,则执行拒绝接受子程序。

[0101] 实际上,一起实现阶段 81a 和阶段 81b,并且通过读取的合格数目分析得自块 262 和 282 的这两个转换的平均值,以发出警报和 / 或拒绝接受一给定焊接循环。因此,实际上,分析最小水平偏差、分析最大水平偏差并且分析总水平偏差。如图 8 中示意性图示说明的,由计算机程序实现所有这些分析。水平阶段 81a、81b 输出利用报告逻辑 82(如所讨论地)储存和 / 或显示的水平条件。如本文所讨论的,可以确定水平阶段 81a、81b 输出的水平条件的加权。

[0102] 鉴于以上内容,使用大小和时间贡献权重能够更精确地测量参数稳定性进而测量整体焊接质量。以此方式,可以计算理解数值或得分的容易度,以量化焊接的整体质量。在一个示例性实施方案中,基于受监控的焊接条件或参数(如,图 1 所示的示例性实施方案监控的那些条件或参数),计算焊接的 0-100 间或 0% -100% 的焊接得分。例如,可以在水平监控阶段 81、稳定性监控阶段 91 或任何类似或相关的数据处理阶段中实现这样的加权方法(例如,图 9 中示出并在以下描述的加权方法 900)。

[0103] 在图 9 中示出根据一个示例性实施方案的加权方法 900。例如,可以在监控器 M 中实现加权方法。在加权方法 90 的初始步骤 902 中,焊接循环的波形被划分成一系列时间分段部分或状态。然后,在步骤 904 中,以给定速率,对与至少一个状态对应的焊接参数(例如,电压、电流强度)进行取样。在一个示例性实施方案中,取样速率大于或等于 120kHz。在一个示例性实施方案中,可以使用取样速率来产生中断服务程序 (ISR) 处理的中断。

[0104] 使用取样的焊接参数来计算焊接数据。在示例性的加权方法 900 中,焊接数据包括执行计数、电压和、电压平方和、电流强度和以及电流强度平方和。执行计数开始于 0 并且每个取样周期(例如,每 120kHz)增加 1。电压和与电流强度和开始于 0 并且每个取样周期分别增加取样电压和取样电流强度。类似地,电压平方和与电流强度平方和开始于 0 并且每个取样周期分别增加取样电压的平方与取样电流强度的平方。

[0105] 在预定的取样周期之后,在步骤 906 中,传递取样焊接数据,以供进一步处理(如下所述的),焊接数据值被重置为 0 并且重复取样处理(即,步骤 904)。在一个示例性实施方案中,取样周期是 250ms。取样焊接数据的每个集合形成分析数据包。在对分析数据包进行进一步处理(例如,每 250ms)之后,可得到表征对应状态的当前焊接质量等级的额外焊接数据。可以对该额外焊接数据进行绘图和 / 或求平均。焊接长度(即,焊接循环)内这些等级的平均值为焊接提供了整体质量指示。

[0106] 通过针对每个取样状态对步骤 906 中出现的每个分析数据包的焊接数据进行进一步处理,导致计算出额外焊接数据。额外焊接数据包括执行计数、电压平均值、电压均方根 (RMS)、电压方差、电流强度平均值、电流强度 RMS 以及电流强度方差。从焊接数据的执行计数的值复制额外焊接数据的执行计数的值。电压平均值被计算为电压和(得自焊接数据)除以执行计数。电压 RMS 被计算为通过将电压平方和(得自焊接数据)除以执行计数得到的商的平方根。电压方差被计算为电压 RMS 减去电压平均值。电流强度平均值被计算为电流强度和(得自焊接数据)除以执行计数。电流强度 RMS 被计算为通过将电流强度平

方和（得自焊接数据）除以执行计数得到的商的平方根。电流强度方差被计算为电流强度 RMS 减去电流强度平均值。

[0107] 在步骤 906 之后,随后的处理取决于当前焊接是用于确定焊接质量参数的练习焊接 (training weld) 还是要依据这种焊接质量参数评价的正常焊接。因此,在步骤 908 中,判定当前焊接是练习焊接还是正常焊接。在一个示例性实施方案中,默认条件是除非另外指示 (例如,通过用户输入),否则焊接是正常焊接。

[0108] 如果在步骤 908 中判定当前焊接是练习焊接,则对于练习焊接的大部分 (例如,20-30 秒) 而言,保存下面的额外焊接数据值:执行计数、电压平均值、电压方差、电流强度平均值以及电流强度方差,而可以忽略其他的焊接数据值和额外焊接数据值。练习焊接的大部分是练习时间段。在一个示例性实施方案中,练习时间段对应于至少 80 个连续分析数据包 (即,取样时间段)。

[0109] 此后,在步骤 910 中,使用练习时间段期间保存的额外焊接数据值来计算焊接质量参数。例如,计算每个取样状态的以下焊接质量参数:质量执行计数平均值、质量执行计数标准差、质量电压平均值、质量电压标准差、质量电流强度平均值、质量电流强度标准差、质量电压方差平均值、质量电压方差标准差、质量电流强度方差平均值以及质量电流强度方差标准差。

[0110] 质量执行计数平均值被计算为练习时间段期间处理的所有分析数据包的执行计数的平均值。执行计数可以被圆整为整数。质量执行计数标准差被计算为练习时间段期间处理的每个分析数据包的执行计数相对于质量执行计数平均值的标准差。质量电压平均值被计算为练习时间段期间处理的所有分析数据包的电压平均值的平均值。质量电压标准差被计算为练习时间段期间处理的每个分析数据包的电压平均值相对于质量电压平均值的标准差。质量电流强度平均值被计算为练习时间段期间处理的所有分析数据包的电流强度平均值的平均值。质量电流强度标准差被计算为练习时间段期间处理的每个分析数据包的电流强度平均值相对于质量电流强度平均值的标准差。质量电压方差平均值被计算为练习时间段期间处理的所有分析数据包的电压方差的平均值。质量电压方差标准差被计算为练习时间段期间处理的每个分析数据包的电压方差相对于质量电压方差的标准差。质量电流强度方差平均值被计算为练习时间段期间处理的所有分析数据包的电流强度方差的平均值。质量电流强度方差标准差被计算为练习时间段期间处理的每个分析数据包的电流强度方差相对于质量电流强度方差的标准差。如上所述,基于被确认良好或者说合格的焊接的传递时的这些质量参数可以用作对随后焊接进行测量或者说是定级的基准。

[0111] 如果在步骤 908 中确定当前焊接是与练习焊接形成对照的评价焊接 (即,要求评价其质量的焊接),则焊接数据或额外焊接数据都不需要保存。取而代之的是,得到并保存各种质量计算的结果。这些质量计算包括在步骤 914 中初始检测各种孤立点的存在。孤立点是数据点或值,其与通过该数据点或值得到的平均值相距超过阈值距离。在一个示例性实施方案中,孤立点是落在距离平均值三个标准差的极限之外的值。

[0112] 在加权方法 900 中,在步骤 914 中找到的孤立点包括执行孤立点、电压孤立点、电压方差孤立点、电流强度孤立点以及电流强度方差孤立点。对于每个受监控状态,评价每个分析数据包,以检测这些孤立点中的任一个的存在。

[0113] 如果分析数据包满足以下关系,则视为执行孤立点:(执行计数 - 质量执行计数平

均值)的绝对值 $> (3 \times \text{质量执行计数标准差})$ 。如果分析数据包满足以下关系,则视为电压孤立点:(电压平均值 - 质量电压平均值)的绝对值 $> (3 \times \text{质量电压标准差})$ 。如果分析数据包满足以下关系,则视为电压方差孤立点:(电压方差 - 质量电压方差平均值)的绝对值 $> (3 \times \text{质量电压方差标准差})$ 。如果分析数据包满足以下关系,则视为电流强度孤立点:(电流强度平均值 - 质量电流强度平均值)的绝对值 $> (3 \times \text{质量电流强度标准差})$ 。如果分析数据包满足以下关系,则视为电流强度方差孤立点:(电流强度方差 - 质量电流强度方差平均值)的绝对值 $> (3 \times \text{质量电流强度方差标准差})$ 。

[0114] 在检测这些孤立点之后,使用每个孤立点的两步加权求和(即,在步骤 916 和 918 中)来计算对应分析数据包的质量指示。

[0115] 通过每个孤立点相对于三标准差极限的大小确定为该孤立点确定权重的第一步骤(即,步骤 916)。通常,接近 0.3%的数据点或值会落到三标准差极限之外,进而被视为孤立点。当孤立点的值增大至超过三标准差的极限时,该孤立点的权重增加。在四标准差下孤立点的满权重为 100%并且在五标准差下孤立点的最大权重为 200%。通常,在正常数据集集中出现满(即,100%)权重的孤立点的可能性是 15,787 中有 1 个。

[0116] 因此,在步骤 916 中,根据这样的方法来确定每个孤立点的权重。要应用于每个执行孤立点的权重被计算为(超过三标准差极限的量 / 质量执行计数标准差)的绝对值,并且最大权重值为 2.0。要应用于每个电压孤立点的权重被计算为(超过三标准差极限的量 / 质量电压标准差)的绝对值,并且最大权重值为 2.0。要应用于每个电压方差孤立点的权重被计算为(超过三标准差极限的量 / 质量电压方差标准差)的绝对值,并且最大权重值为 2.0。要应用于每个电流强度孤立点的权重被计算为(超过三标准差极限的量 / 质量电流强度标准差)的绝对值,并且最大权重值为 2.0。要应用于每个电流强度方差孤立点的权重被计算为(超过三标准差极限的量 / 质量电流强度方差标准差)的绝对值,并且最大权重值为 2.0。

[0117] 通过每个孤立点状态的执行计数确定为该孤立点确定权重的第二步骤(即,步骤 918)。具体来讲,将每个孤立点的值乘以该孤立点状态的执行计数,由此说明该状态相对于整体波形的时间贡献。以此方式,具有较大执行计数(即,执行时间)的状态产生具有相应较大权重的孤立点。因此,随着特定孤立点的执行时间增加,该孤立点的权重也将增大。

[0118] 步骤 916 和 918 中的孤立点的权重产生最终加权孤立点的集合,包括最终加权执行孤立点、最终加权电压孤立点、最终加权电压方差孤立点、最终加权电流强度孤立点以及最终加权电流强度方差孤立点。在步骤 920 中对这些最终加权孤立点进行求和,以产生每个分析数据包的最终加权孤立点和。此后,在步骤 922 中,每个分析数据包的质量指示的确定被计算为通过将完美质量值减去最终加权孤立点和、再除以完美质量值得到的商。该完美质量值等于分析数据包的执行计数乘以孤立点种类的数量(即,在这种情况下,是 5)。

[0119] 因此,即时质量指示(即,对于当前完整的分析数据包)可以在焊接过程期间被确定并且与焊机通信或者以其他方式被利用。以此方式,当(即)焊接过程期间出现潜在问题时,就能检测到这些潜在问题,这与只在完成焊接之后进行检测、有可能太迟以致不能采取任何纠错动作的情况形成对照。

[0120] 此外,可以对合计直至焊接过程期间的任一时间点的质量指示平均值求平均,以确定直至该时间点的焊接质量指示。例如,在完成焊接过程之后,可以对所有各个质量指示

求平均,以得到整个焊接的整体质量指示、得分、等级、分级等。可以将焊接的整体质量指示与预定质量指示(例如,源自练习焊接)相比较,所述预定质量指示反映了合格焊接的最低质量指示值。

[0121] 以此方式,可以实时地或近乎实时地,精确、有效、一致和/或自动地确定焊接质量。这是尤其有利的,因为对焊接的目测不是总足以判断焊接质量并且因为操作者可能不会检测到或者说意识到焊接过程期间会影响整体焊接质量的偏差或其他问题。

[0122] 在一些示例性实施方案中,焊接的质量指示(即,焊接得分)是评价在基本相同的条件下并且根据基本相同的电弧焊接工艺(如,在自动(例如,机器人)焊接过程期间)重复形成的焊接的有效工具。通过计算每次焊接的瞬时、周期性和/或整体的焊接得分,自动化质量控制处理可以适于电弧焊接过程。具体来讲,根据焊接条件和电弧焊接过程,最开始将最低合格焊接得分或合格焊接得分范围确定为阈值。此后,将每次焊接(瞬时、周期性和/或整体的)的焊接得分与阈值相比较,以快速并精确地判定应该接受焊接还是拒绝接受焊接。另外,通过评价生产运作或成套运作的焊接得分的趋势,可以更容易确定生产过程中的问题,和/或可以更容易优化生产过程。

[0123] 在图 10 中示出概念性生产线 1000,其中,第一焊接得分 S1 1002、第二焊接得分 S21004 以及第三焊接得分 S3 1006 与包括集成监控器 M1016 的焊机或焊接工作台 1014 分别对第一工件 WP1 1008、第二工件 WP2 1010 以及第三工件 WP3 1012 执行的焊接相关联。本领域的普通技术人员将理解,可以对同一工件执行不同的焊接。

[0124] 然后,将焊接得分与预定合格焊接得分阈值相比较,以判定应该接受还是拒绝接受每次焊接。可以通过焊机/焊接工作台或者通过单独装置或在单独位置(例如,评价工作台 1018)来进行这个比较。在一个示例性实施方案中,手动执行焊接得分和阈值之间的比较。在一个示例性实施方案中,执行自动化和手动比较。在一个示例性实施方案中,使用焊接得分判定对应焊接的手动检查是否得到保证。在一个示例性实施方案中,至少部分使用焊接得分确定生产线的整体效率。

[0125] 在一个示例性实施方案中,沿着生产线 1000 设置一个或更多个评价工作台 1018,以测量在生产过程的特定阶段的焊接。如果评价工作台 1018 判定焊接的焊接得分满足或超过预定合格焊接得分阈值,则评价工作台 1018 通过发出接受焊接命令 1020 来接受焊接。响应于接受焊接命令 1020,允许包括合格焊接的工件沿着生产线 1000 继续前进,以进行进一步处理。

[0126] 相反,如果评价工作台 1018 判定焊接的焊接得分降为低于预定合格焊接得分阈值,则评价工作台 1018 通过发出拒绝接受焊接命令 1022 来拒绝接受焊接。响应于拒绝接受焊接命令 1022,包括不合格焊接的工件离开生产线 1000 或者说从生产线 1000 被移除(例如,手动移除)。此后,具有被拒绝接受的焊接的工件可以经受进一步处理,例如,改造或者以其他方式修复被拒绝接受的焊接或者完全回收该工件。

[0127] 在一个示例性实施方案中,登记或者说储存每个接受焊接命令 1020 和/或拒绝接受焊接命令 1022,以供随后查阅和分析。以此方式,可以更容易确定关于焊接处理和/或生产过程的趋势,进而,这样可以使得更易于提高利用焊接过程的生产线的整体效率。

[0128] 在一些示例性实施方案中,计算出的焊接质量指示(即,焊接得分)可以用在创新方法中,用于提供指示或者说教导操作者手动执行电弧焊接工艺。具体来讲,当操作者正使

用焊机（例如，电弧焊机 10）来生成焊接时，由焊机（例如，借助焊机的监控器 M）确定焊接的瞬时和 / 或周期性焊接得分，并且该得分用于向操作者提供关于当前焊接质量的直接反馈。如上所述，这些焊接得分是基于与只目测焊接相比更精确反映焊接质量的加权统计测量。具体来讲，将焊接得分与预定合格焊接得分或合格焊接得分范围相比较，以判定操作者的任何纠错动作是否是必须的。另外，评价各个时间的焊接得分，以判定是否存在背离合格焊接得分的任何趋势（例如，表现为焊接得分的连续降低）。

[0129] 在图 11 中示出根据一个示例性实施方案的指导方法 1100。在方法 1100 的开始，操作者开始在步骤 1102 中执行焊接工艺。

[0130] 在焊接工艺期间，在步骤 1104 中，周期性计算焊接得分（基于一个或更多个取样或者说测得的参数），以反映当前焊接状态。焊接得分可以被计算为反映当前焊接状态的瞬时测量值，或者反映焊接工艺期间一定时间段（对应于多次测量）内的焊接状态的多次测量的平均值。在一个示例性实施方案中，通过对自焊接工艺开始所取得的所有测量值求平均来计算焊接得分，这反映了当前焊接的整体状态。

[0131] 接着，在步骤 1106 中，将焊接得分与预定阈值焊接得分相比较。阈值焊接得分是良好或者说合格的焊接状态的最低焊接得分。如果焊接得分高于或等于阈值焊接得分，则在步骤 1108 中判定当前焊接状态为良好。否则，在步骤 1108 中判定当前焊接状态为差。

[0132] 如果当前焊接状态良好，则在步骤 1110 中向操作者提供指示，表明焊接良好，这提示正在正确地执行焊接工艺。此后，在步骤 1112 中登记当前焊接状态，以供后续查阅、分析和 / 或其他用途。然后，指导方法 1100 继续进行，以如上所述地监控操作者正执行的焊接处理。

[0133] 如果当前焊接状态差，则在步骤 1114 中向操作者提供指示，表明焊接差，这提示正在不正确地执行焊接工艺。此后，在步骤 1118 中登记当前焊接状态，以供后续查阅、分析和 / 或其他用途。然后，指导方法 1100 继续进行，以如上所述地监控操作者正执行的焊接处理。

[0134] 可以用足以在焊接工艺期间通知操作者的任何方式向操作者提供上述指示。在一个示例性实施方案中，在视觉上向操作者提供指示，如在与焊机集成或者紧邻焊机的显示装置上提供。在一个示例性实施方案中，在操作者配戴的保护性面盔（visor）或头盔上以视觉方式显示指示。在一个示例性实施方案中，在听觉上向操作者提供指示，如通过与焊机集成或者紧邻焊机的扬声器提供。在一个示例性实施方案中，在操作者配戴的保护性头盔中以听觉方式显示指示。

[0135] 在一个示例性实施方案中，如果当前焊接状态差，则在步骤 1116 中操作者接收关于应该采取什么样的一个或多个纠错动作的指示。在一个示例性实施方案中，在焊接工艺期间，实时提供指示。例如，该指示可以涉及建议的焊条（即，焊丝）相对于工件的位置变化或者建议的焊丝相对于工件的移动速率变化。

[0136] 可以使用各种装置和技术来确定可能要采取的纠错动作，如，将导致经验证为良好焊接的焊接工艺期间操作者和 / 或焊接条件建立模型，并且使用所得的模型数据来评价在类似条件下执行类似焊接处理的其他操作者。还可以使用人工智能和相关仿真来建立这种模型。此外，可以使用传感器建立这种模型。

[0137] 在一个示例性实施方案中，使用一个或更多个传感器来确定焊接工艺的一些方

面,例如,工件的当前温度、正递送的保护气体的水平和 / 或保护气的组分。在一个示例性实施方案中,使用一个或更多个传感器来确定可能影响焊接工艺的环境条件,例如,风力条件和 / 或湿度条件。在一个示例性实施方案中,使用一个或更多个传感器来确定可能影响焊接工艺的操作者条件,例如,操作者手部离工件的距离和 / 或操作者手部与工件形成的角度。将得自这些或其他传感器的数据与模型数据相比较,以确认操作者应该采取什么样的一个或多个纠错动作的指示。

[0138] 在一个示例性实施方案中,在视觉上向操作者提供纠错动作指示,如在与焊机集成或者紧邻焊机的显示装置上提供。在一个示例性实施方案中,在操作者配戴的保护性面盔或头盔上以视觉方式显示指示。在一个示例性实施方案中,在听觉上向操作者提供指示,如通过与焊机集成或者紧邻焊机的扬声器提供。在一个示例性实施方案中,在操作者配戴的保护性头盔中以听觉方式显示指示。

[0139] 因此,指导方法 1100 在焊接工艺期间向操作者提供实时反馈,使得操作者容易知道何时焊接从良好条件转向差条件以及何时焊接从差条件转向良好条件。此外,指导方法 1100 可以提示意图改善当前(进而整体)焊接条件的纠错动作。由于焊接条件的变化常常是由操作者的动作引起的,因此指导方法 1100 提供的反馈(包括任何提示的纠错动作)教导操作者良好的焊接技术。此外,通过继续确认良好的焊接状态来增强操作者的良好焊接技术。

[0140] 指导方法 1100 或其一些方面还可以容易适于或者说应用于仿真的焊接工艺。在一个示例性实施方案中,指导方法 1100 应用于利用虚拟现实技术的焊接仿真器。

[0141] 在一些示例性实施方案中,计算出的操作者所执行焊接的质量指示(即,焊接得分)可以用在创新方法中,用于针对特定焊机、焊接工艺或焊接过程来验证操作者,这类类似于普通教育中使用年级的情况。例如,根据指导方法 1100 或其一些方面计算出的焊接得分(例如,整体焊接得分)为验证操作者提供了方便的平台。操作者必须得到超过针对焊机、焊接工艺或焊接过程为验证通过的预定阈值焊接得分的一个或多个焊接得分。如果操作者没有通过验证,则指导方法 1100 会指明操作者需要改进的地方。如本文所描述的,可以使用额外功能(例如,由焊机内部或外部运行的软件提供的)测量可以用于验证操作者的其他参数。例如,可以修改指导方法 1100,使其包括追踪在焊接工艺或焊接过程期间操作者实际焊接所花费的时间。作为另一个实施例,可以修改指导方法 1100,使其包括追踪在焊接工艺或焊接过程期间操作者使用的消耗品(例如,焊丝)的量。

[0142] 除了用于验证操作者之外,焊接得分(和其他参数)还可以用于区分不同的操作者。例如,尽管两个操作者都实现了通过(passing)得分并且针对特定焊机、焊接工艺或焊接过程进行了验证,但这两个操作者的得分可能大不相同。因此,与得分较低的经验证操作者相比,可以选择得分高得多的另一个经验证操作者。

[0143] 在一些示例性实施方案中,计算出的焊接质量指示(即,焊接得分)和其他相关参数与信息可以用于辅助指导者教导多个学生焊接技术、工艺、程序、过程等。焊接课程常常包括理论部分和实践部分。理论部分通常是在教室或类似环境中进行讲课、讨论或示范的形式教导的。通常,课程中教导学生实践部分的焊接学校或其他环境将包括类似于工厂中的焊接工作台的各个地点(如,工作间)。将每个学生分配到他或她自己的工作间,以执行课程的实践部分。

[0144] 例如,通过追踪每个学生在关于理论部分的讨论期间的课堂出勤率和 / 或参与度,指导者很容易估计每个学生在课程的理论部分花费了多长时间。然而,指导者难以量计每个学生在课程的实践部分实际花费了多长时间,因为指导者不能一直待在所有工作间中。例如,可以构造和 / 或布置工作间,使得指导者的视线每次只延伸到单个工作间,即,指导者目前所处的工作间。其他工作间的学生可能正在做并非焊接的一些事情(例如,吃东西、睡觉、讲电话),而指导者并不知道。指导者还难以容易地确定在任何给定时间哪个学生将会最可能受益于指导者的亲自过问。因此,指导者最终会在一个学生身上花费时间,尽管另一个学生更需要指导者的亲自过问。

[0145] 在图 12 中示出根据一个示例性实施方案的用于监控学生学习焊接技术、工艺、程序、过程等(如,电弧焊接工艺)的系统 1200。系统 1200 包括指导区域 1202,如教室或车间(shop),在指导区域 1202 中设置八个工作间 1204、1206、1208、1210、1212、1214、1216 和 1218。每个工作间都包括焊机。具体来讲,第一焊机 W1 1220 位于第一工作间 1204 中,第二焊机 W2 1222 位于第二工作间 1206 中,第三焊机 W3 1224 位于第三工作间 1208 中,第四焊机 W4 1226 位于第四工作间 1210 中,第五焊机 W5 1228 位于第五工作间 1212 中,第六焊机 W6 1230 位于第六工作间 1214 中,第七焊机 W7 1232 位于第七工作间 1216 中,并且第八焊机 W8 1234 位于第八工作间 1218 中。此外,将学生分配到各工作间。具体来讲,将第一个学生 S1 1236 分配到第一工作间 1204 中工作,将第二个学生 S2 1238 分配到第二工作间 1206 中工作,将第三个学生 S3 1240 分配到第三工作间 1208 中工作,将第四个学生 S4 1242 分配到第四工作间 1210 中工作,将第五个学生 S5 1244 分配到第五工作间 1212 中工作,将第六个学生 S6 1246 分配到第六工作间 1214 中工作,将第七个学生 S7 1248 分配到第七工作间 1216 中工作,并且将第八个学生 S8 1250 分配到第八工作间 1218 中工作。

[0146] 设置指导区域 1202,使得指导者 1252 可以自由地从一个工作间移动到另一个工作间与学生互动。

[0147] 在一个示例性实施方案中,焊机 W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7 和 W8 中的每个包括集成的监控器 M,如同图 1 所示的焊机 10 一样。当学生正使用焊机生成焊接时,由焊机(借助监控器 M)确定焊接的瞬时和 / 或周期性焊接得分,并且使用焊接得分向学生提供关于当前焊接质量的直接反馈。如本文中描述的,这些焊接得分是基于与只目测焊接相比更精确反映焊接质量的加权统计测量。具体来讲,将焊接得分与预定合格焊接得分或合格焊接得分范围(例如,根据之前的基准焊接确定的)相比较,以判定学生是否必须进行任何纠错动作。另外,在各个时间评价焊接得分,以判定是否存在背离合格焊接得分的任何趋势(例如,表现为焊接得分的连续降低)。

[0148] 焊机 W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7 和 W8 中的每个通过网络 1256 与生产监控系统(PMS) 1254 进行通信。网络 1256 可以是有线或无线网络。在一个示例性实施方案中,网络 1256 是以太网网络。

[0149] 在不脱离总体发明构思的精神和范围的情况下,可以使用软件、硬件及其组合来实现 PMS 1254。在一个示例性实施方案中,将 PMS 1254 实现为在连接有外围装置(如,显示装置 1258 和数据储存器 1260)的通用计算机(例如,PC)上运行的软件。在一个示例性实施方案中,PMS 1254 可以包括与每个焊机集成的逻辑,如在监控器 M 的情况中一样。如上所述,PMS 1254 通过网络 1256 与焊机 W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7 和 W8 进行数据通信。

[0150] PMS 1254 是焊接数据收集和监控工具,其可操作地(例如)用于收集备有每次所记录焊接的统计值的短期和长期焊接记录。PMS 1254 还可以追踪其他生产相关参数和条件,如,线路消耗。在系统 1200 中,PMS 1254 从焊机 W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7 和 W8 中的每个收集数据,以确定在生成焊接的过程中各个学生 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 和 S8 花费的时间量。PMS 1254 可以将学生 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 和 S8 中的每个学生花费的时间量(即,焊接时间)保存到数据储存器 1260,以供后续取回(retrieval)和使用。另外,PMS 1254 通过网络 1256 从焊机 W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7 和 W8 中的每个接收焊接得分,然后 PMS 1254 可以将这些焊接得分保存到数据储存器 1260,以供后续取回和使用。因此,PMS 1254 能够在多个评价时间段内产生并储存多个学生的焊接时间和焊接得分的记录,这些记录会是指导者 1252 在教导和评估学生时的丰富资源。

[0151] 另外,PMS 1254 可以在显示装置 1258 上实时显示学生 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 和 S8 中的每个学生的当前焊接时间结合学生 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 和 S8 中的每个学生的当前焊接得分。以此方式,通过观察显示装置 1258,指导者 1252 可以得到每个学生及其相应的焊接的当前状态的瞬时和精确评估。这允许指导者 1252 更好地针对表现出需求最高的那些学生分配他或她的时间。

[0152] 在系统 1200 中,可以采用任何方式,将焊接时间和焊接得分显示为数值数据和/或图形数据。在一个示例性实施方案中,PMS 1254 提供基于网页的用户界面,该用户界面支持借助网页浏览器存取数据、查阅数据、生成报告等。

[0153] 系统 1200 容易改变规模,以容纳任何数量的学生以及多个指导者。

[0154] 在图 13 中示出根据一个示例性实施方案的监控学生学习焊接技术、工艺、程序、过程等(如,电弧焊接工艺)的方法 1300。方法 1300 涉及在步骤 1302 中执行电弧焊接工艺的多个学生。在一个示例性实施方案中,学生在基本相同的条件下且在基本相同的时间执行基本相同的电弧焊接工艺。

[0155] 在电弧焊接工艺期间,在步骤 1304 中,周期性计算每个学生的焊接得分(基于一个或更多个取样或者说测得的参数),以反映当前学生的焊接状态。焊接得分可以被计算为反映当前学生的焊接状态的瞬时测量,或者反映电弧焊接工艺期间一定时间段(对应于多次测量)内的学生的焊接状态的多次测量的平均值。在一个示例性实施方案中,通过对自电弧焊接工艺开始所取得的所有测量值求平均来计算学生的焊接得分,这反映了当前学生的整体焊接状态。

[0156] 在方法 1300 的评价时间段期间,在步骤 1306 中确定每个学生执行电弧焊接工艺(即,实际焊接)花费的时间量。可以使用从每个学生的焊机收集的可操作数据来确定学生的焊接时间。

[0157] 在步骤 1308 中,使每个焊接得分与其对应的学生相关联。类似地,在步骤 1308 中,使每个焊接时间与其对应的学生相关联。可以使用分配给每个学生的焊机的识别信息(例如,序列号)使从焊机收集和/或焊机产生的数据(例如,焊接得分、焊接时间)与相应学生相关联。

[0158] 一旦使焊接得分和焊接时间与相应学生相关联,就可以在步骤 1310 中以任何方式输出该信息。例如,可以将所有学生及其相应的焊接得分和焊接时间的报告输出到显示装置,如,监视器。作为另一个实施例,可以将关于学生及其相应的焊接得分和焊接时间的

信息登记并储存在数据储存器（如，磁盘驱动器或闪存驱动器）中，以供后续取回和使用。在一个示例性实施例中，周期性地输出信息。在一个示例性实施方案中，在评价时间段结束时输出信息。

[0159] 还可以使用焊接得分和 / 或焊接时间来产生学生的额外识别信息。例如，可以将学生的焊接得分和 / 或焊接时间与预定阈值相比较。以此方式，基于学生的焊接得分和 / 或焊接时间，可以判定学生的焊接是合格还是不合格。

[0160] 在一些示例性实施方案中，计算出的焊接的焊接得分可以用于创新方法中，以鉴别焊接工艺的潜在成本节省。在一个示例性实施方案中，基于根据焊接工艺执行的一系列焊接，进行焊接工艺的成本分析（例如，成本效率分析、成本效益分析）。如图 14A 至图 14B 中所示，可以使用对应于示例性焊接的数据 1400 来执行成本分析。

[0161] 首先，选择影响整体焊接质量的多个焊接条件 1402。例如，在图 14A 和图 14B 中，焊接条件 1402 包括焊丝特性（例如，焊丝组分 1404、焊丝直径、涂层）、工件特性（例如，工件组分 1406、工件厚度）、保护气体流速 1408、保护气体组分 1410 和 / 或工件预热温度 1412。接着，如 1414 所表示的，对于一系列的焊接，这些焊接条件 1402 中的一个焊接条件发生变化，同时如 1414 所表示的，对于一系列的焊接，剩余的所有焊接条件 1402 是固定的。

[0162] 对于一系列焊接中的每个焊接，还基于当前焊接条件 1402、1414 计算焊接得分 1416。焊接得分 1416 表征在焊接条件下生成的焊接的整体质量的测量。如上所述，这些焊接得分是基于与只目测焊接相比更精确反映焊接质量的加权统计测量。

[0163] 另外，对于一系列焊接中的每个焊接，确定生成焊接的成本。在一个示例性实施方案中，成本包括与生成焊接相关的货币支出，该货币支出被表征为焊接的货币成本 1418。在一个示例性实施方案中，成本包括完成焊接所需的总时间，该成本被表征为焊接的时间成本 1420。使一系列焊接中的每个焊接与其对应的焊接得分和成本相关联。

[0164] 图 14A 和图 14B 分别包括一系列焊接中的两个焊接的数据 1400，其中，对于一系列焊接，在焊接条件 1402 之中，如 1414 所示的，焊丝组分 1404、工件组分 1406、保护气体组分 1410 和工件预热温度 1412 是固定的，同时对于一系列焊接，如 1414 所示的，保护气体流速 1408 发生变化（例如，递增或递减）。

[0165] 对于对应于图 14A 的焊接，计算或者说确定货币成本 1418a、时间成本 1420b 和焊接得分 1416c。对于对应于图 14B 的焊接，计算或者说确定货币成本 1418d、时间成本 1420e 和焊接得分 1416f。因此，如果判定 $a < d$, $b < e$ 且 $c = f$ ，则可以推导出图 14A 的保护气体流速 1408 高于图 14B 的保护气体流速 1408，因为与图 14B 的保护气体流速 1408 相比，通过图 14A 的保护气体流速 1408 同时实现了成本和时间节省而整体焊接质量没有任何降低。如果相对地，判定 $a < d$, $b \gg e$ 且 $c = f$ ，则可以推导出与图 14B 的保护气体流速 1408 相比，图 14A 的保护气体流速 1408 节省了成本，而整体焊接质量没有任何降低，但是时间成本显著增加。

[0166] 以此方式，用户将能够容易地验证变化的焊接条件对一系列（进而在对应焊接工艺中）整体焊接质量的影响。以此方式，用户可以判定改变焊接条件（以及以何种方式）是否将使用户能得到更期望的焊接质量、更期望的成本或同时得到这两者。因此，当执行更多焊接并且分析对应的数据时，可以容易地确定并评价任何一个或更多个焊接条件对整体焊接工艺的影响，使得可以做出更多明智的成本节省决定（例如，相对于钱、时间和质量的

权衡)。

[0167] 可以扩展成本分析,使其包括额外的一系列焊接,其中,在不同系列的焊接中,不同的焊接条件发生变化。以此方式,用户可以验证多个焊接条件的所需值或设定值,以实现所需结果(例如,合格的焊接质量和合格的成本)。然后,可以将这些焊接条件的所需值或设定值保存在与焊机和焊接工艺相关联的简介(profile)中,以供后续相同的焊机和焊接工艺取回和使用,由此增加了用户将再次实现所需结果的可能性。

[0168] 在一个示例性实施方案中,将多个这种简介(即,选定的焊接参数和/或焊接条件的集合)保存为(即)预设置,使得开始焊接工艺的用户可以访问这些简介。在一个示例性实施方案中,向用户呈现多个预设置连同对应于每个预设置的焊接得分。每个焊接得分量化之前使用与预设置相关联的焊接参数和焊接条件得到的整体焊接质量。如上所述,这些焊接得分是基于与只目测焊接相比更精确影响焊接质量的加权统计测量。然后,用户可以选择预设置之一来执行焊接工艺,由此增加用户将实现与之前使用预设置相关联的焊接参数和焊接条件形成的焊接相同或基本类似的焊接。在一个示例性实施方案中,提供用户界面,以使用户能过滤出没有匹配用户输入标准的预设置,例如,过滤出具有低于输入阈值的相关联焊接得分的那些预设置。

[0169] 图 15 示出根据一个示例性实施方案的预设置 1500。每个预设置 1500 包括验证预设置序号 1502、焊接条件集合 1504、焊机信息 1506、焊接工艺信息 1508、货币成本 1510、时间成本 1512 以及相关联的焊接得分 1514。使具有预设置序号 01 的第一预置 1516 与具有值 a、b、c、d 和 e 的焊接条件 1504 和焊机 M 相关联。第一预设置 1516 对应于焊接工艺 0。如果用户选择第一预设置 1516(即,预设置 01)在焊接条件 a、b、c、d 和 e 下利用焊机 M 执行焊接工艺 0,则用户可以期望通过焊接工艺 0 得到的焊接具有大致为 t 的货币成本、大致为 v 的时间成本和大致为 x 的焊接得分。预设置 1500 可以包括额外的预设置,如,与焊接条件 1504、焊机 1506 和/或焊接工艺 1508 的不同组合相关联的第二预设置 1518。

[0170] 已通过举例的方式给出以上对具体实施方案的说明。在给出的公开内容中,本领域的技术人员将不仅理解总体发明构思和附带优点,而且还将发现对所公开结构和方法的明显的各种变化和修改。例如,总体发明构思通常不限于手动焊接工艺或自动化(例如,机器人)焊接工艺中的一个,而是相反地容易适用于任一者。此外,总体发明构思容易适用于不同的焊接工艺和技术(例如,电弧焊接的所有变形,如,Stick(手工焊)和 TIC 焊接)。因此,寻求的是,涵盖落入如所附权利要求书及其等同形式限定的总体发明构思的精神和范围内的所有这类变化和修改。

[0171] 参考标号:

[0172]	10 电弧焊机	70 命令界面
[0173]	12 电源	81 水平阶段
[0174]	14 端子	81a 最小监控阶段
[0175]	16 端子	81b 最大监控阶段
[0176]	18 平滑电感器	81c 滤波器
[0177]	20 焊丝	81d 滤波器
[0178]	22 卷筒	82 报告逻辑
[0179]	24 送进器	84 振荡器

[0180]	26 马达	90a 滤波器
[0181]	30 工件	91 稳定性监控阶段
[0182]	32 分流器	92 逻辑
[0183]	33 分流器	94 振荡器
[0184]	34 块	100 脉冲波形
[0185]	34a 线路	102 峰值电流
[0186]	36 块	104 本底电流
[0187]	36a 线路	110 虚线
[0188]	40 波形发生器	152 块
[0189]	42 命令线路	156 输出
[0190]	44 命令线路	158 脉宽调制器
[0191]	46 焊丝驱动控制	160 处理块
[0192]	46a 线路	162 线路
[0193]	46b 线路	170 开始上升部分
[0194]	46c 编码器	172 结束下降部分
[0195]	180 阈值	254 块
[0196]	182 阈值	254a 线路
[0197]	184 瞬态	256 计数器
[0198]	186 瞬态	258 线路
[0199]	200 分析程序	260 块
[0200]	202a 线路	262 子程序
[0201]	202b 线路	262a 块
[0202]	210 块	264 程序步骤
[0203]	210a 线路	266 程序子程序
[0204]	212 超过分析子程序	266a 块
[0205]	214 线路	266b 子程序
[0206]	216 线路	270 程序
[0207]	220 计数器	272 计数器
[0208]	220a 读取块	280 子程序
[0209]	222 计数器	282 块
[0210]	222a 读取块	282a 块
[0211]	224 线路	284 块
[0212]	226 块	286 块
[0213]	230 块	286a 块
[0214]	234 读取阶段	286b 块
[0215]	236 块	900 加权方法
[0216]	238 块	902 初始步骤
[0217]	250 水平分析程序	904 步骤
[0218]	252 程序步骤	906 步骤

[0219]	908 步骤	1114 步骤
[0220]	910 步骤	1116 步骤
[0221]	914 步骤	1118 步骤
[0222]	916 步骤	1200 系统
[0223]	918 步骤	1202 指导
[0224]	920 步骤	1204 工作间
[0225]	922 步骤	1206 工作间
[0226]	1000 概念性生产线	1208 工作间
[0227]	S1 1002 第一焊接得分	1210 工作间
[0228]	S2 1004 第二焊接得分	1212 工作间
[0229]	S3 1006 第三焊接得分	1214 工作间
[0230]	WP1 1008 第一工件	1218 工作间
[0231]	WP2 1010 第二工件	1220 工作间
[0232]	WP3 1012 第三工件	W1 1220 第一焊机
[0233]	1018 评价工作台	W2 1222 第二焊机
[0234]	1020 接受焊接命令	W3 1224 第三焊机
[0235]	1022 拒绝接受焊接命令	W4 1226 第四焊机
[0236]	1100 指导	W5 1228 第五焊机
[0237]	1102 步骤	W6 1230 第六焊机
[0238]	1104 步骤	W7 1232 第七焊机
[0239]	1106 步骤	W8 1234 第八焊机
[0240]	1108 步骤	S1 1236 第一个学生
[0241]	1110 步骤	S2 1238 第二个学生
[0242]	1112 步骤	S3 1240 第三个学生
[0243]	S4 1242 第四个学生	
[0244]	S5 1244 第五个学生	1418 货币成本
[0245]	S6 1246 第六个学生	1420 时间成本
[0246]	S7 1248 第七个学生	1500 预设置
[0247]	S8 1250 第八个学生	1502 预设置序号
[0248]	1252 指导者	1504 焊接条件
[0249]	1254 生产监控系统	1506 焊机信息
[0250]	1256 网络	1508 焊接工艺信息
[0251]	1258 显示装置	1510 货币成本
[0252]	1260 数据储存器	1512 时间成本
[0253]	1300 方法	1514 焊接得分
[0254]	1302 步骤	
[0255]	1306 步骤	A 时间段
[0256]	1308 步骤	B 段
[0257]	1310 步骤	M 监控器

[0258]	1400 数据	N 数量
[0259]	1402 焊接条件	0 焊接工艺
[0260]	1404 焊丝组分	
[0261]	1406 工件组分	a 值
[0262]	1408 保护气体流速	b 值
[0263]	1410 保护气体组分	c 值
[0264]	1412 工件预热温度	d 值
[0265]	1414 步骤	e 值
[0266]	1416 焊接得分	
[0267]	L1 电输入	
[0268]	L2 电输入	
[0269]	L3 电输入	
[0270]	I_a 输出信号	
[0271]	V_a 输出	
[0272]	t_1 时刻	
[0273]	t_2 时刻	
[0274]	t_3 时刻	
[0275]	t_4 时刻	

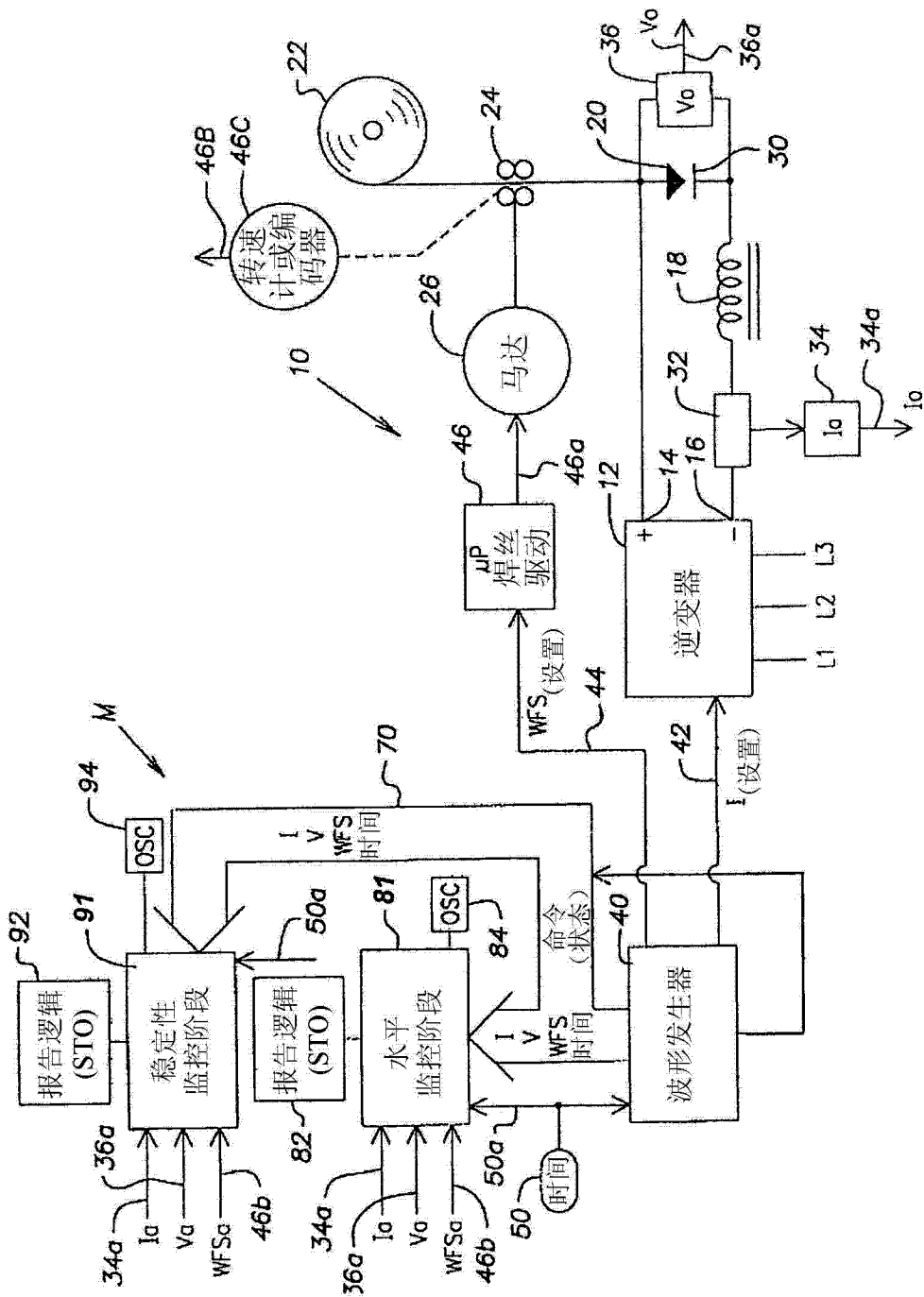


图 1

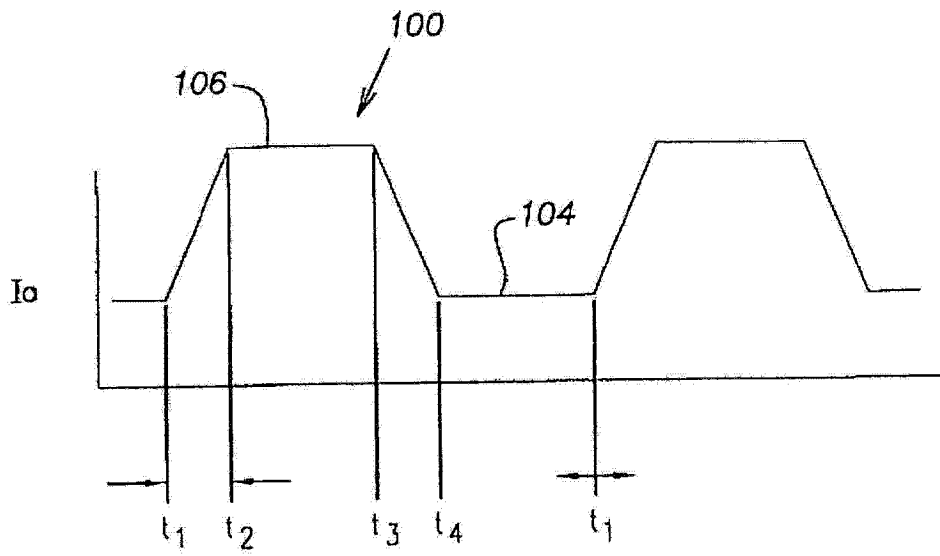


图 2

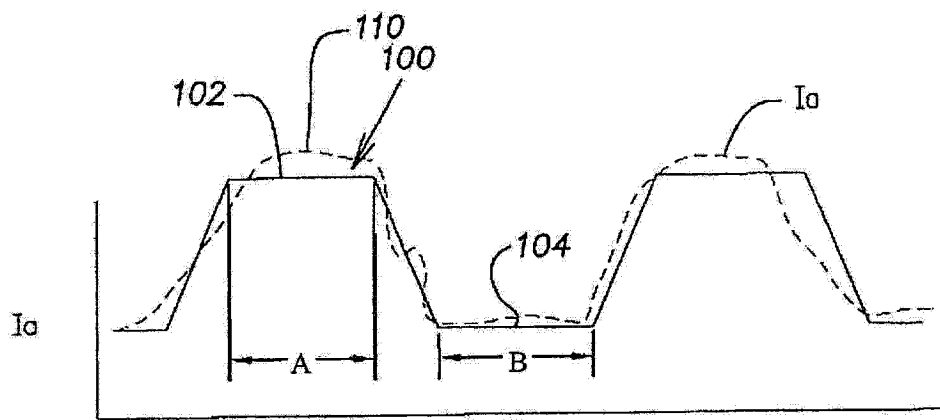


图 3

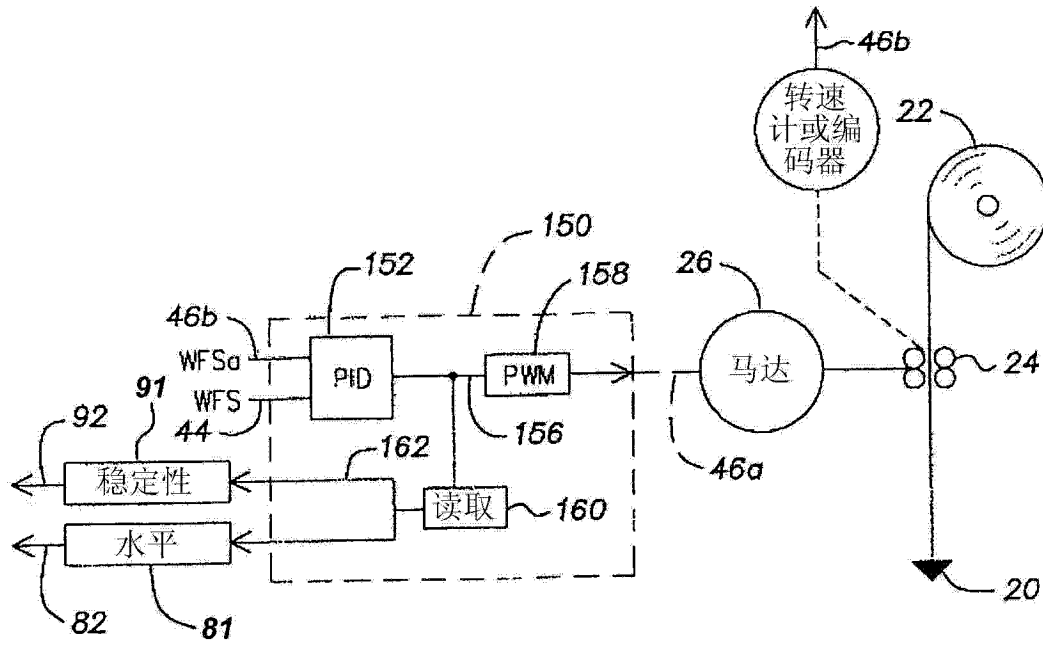


图 4

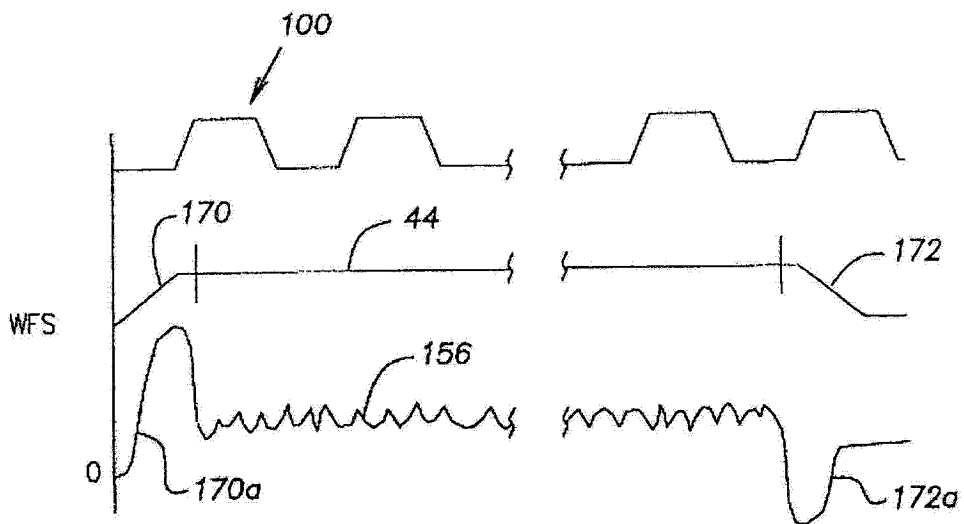


图 5

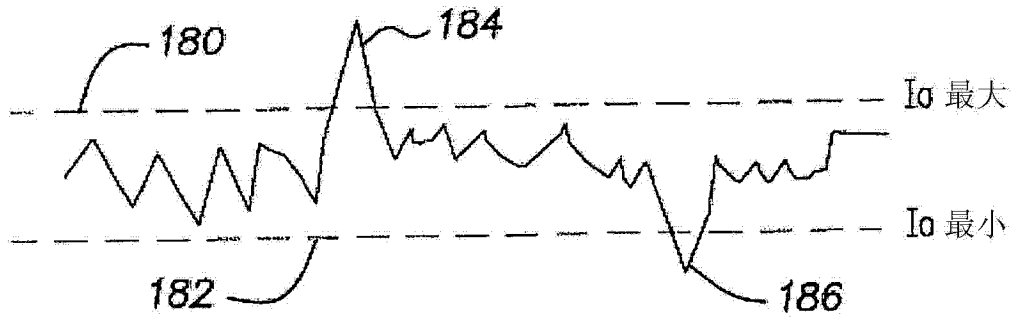


图 6

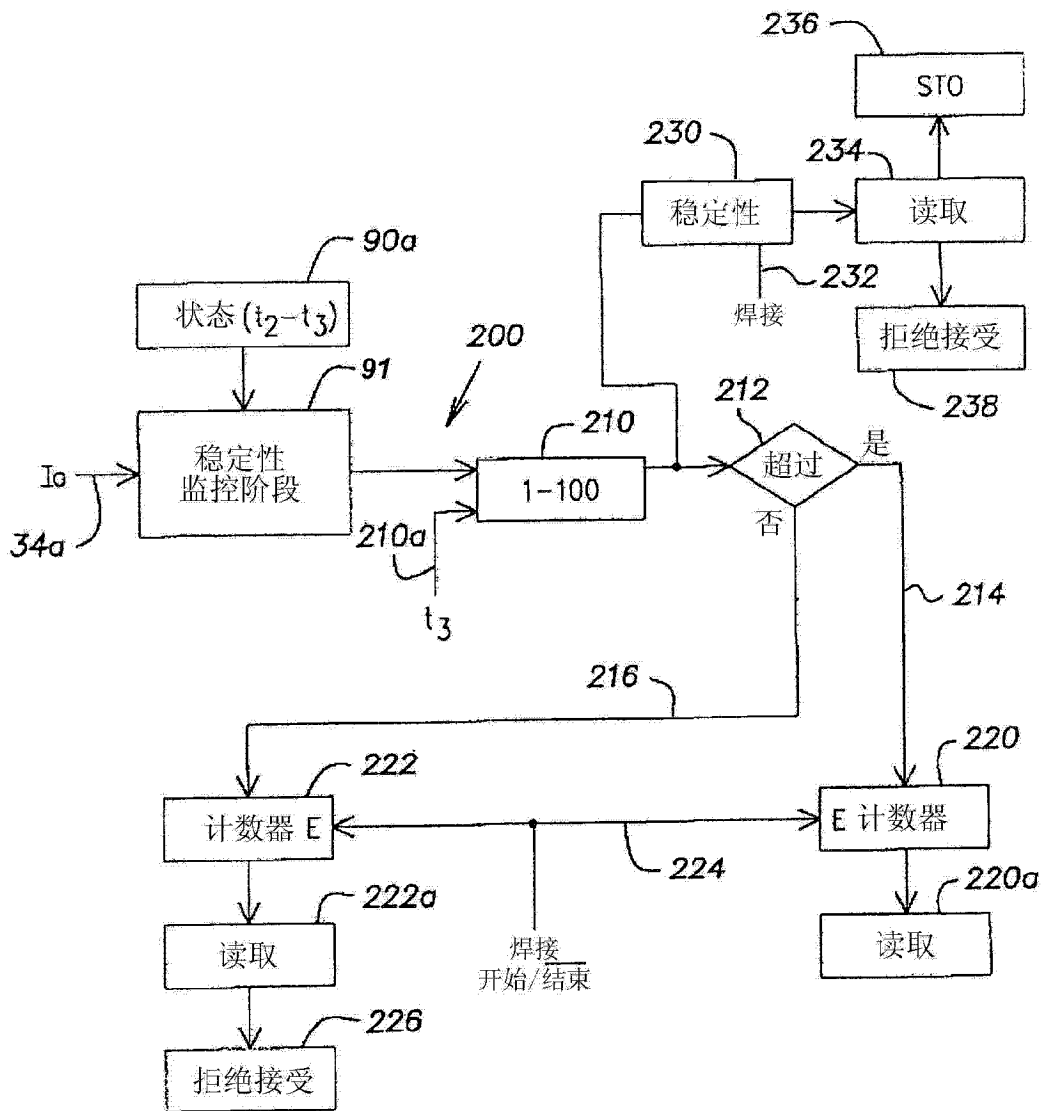


图 7

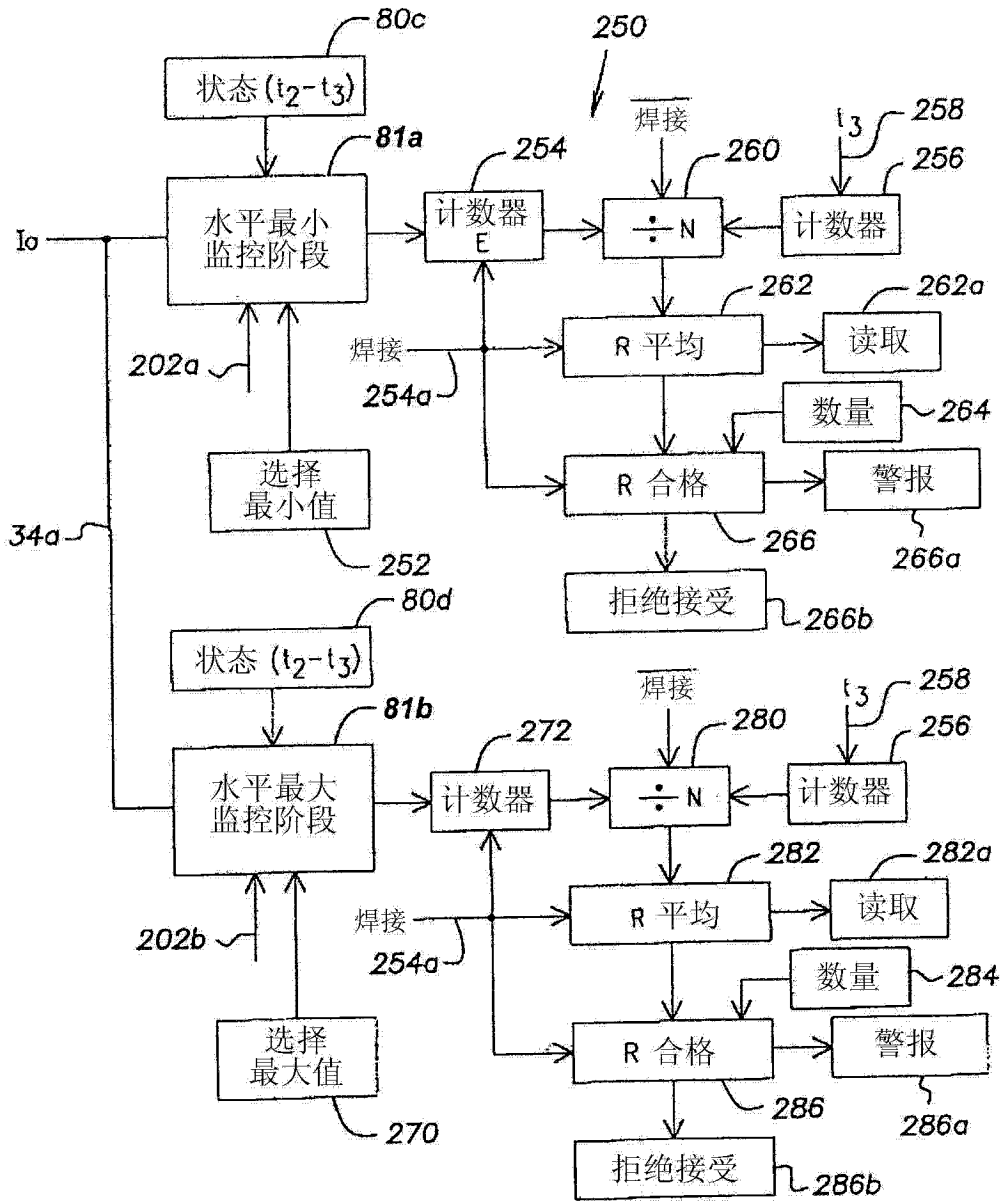


图 8

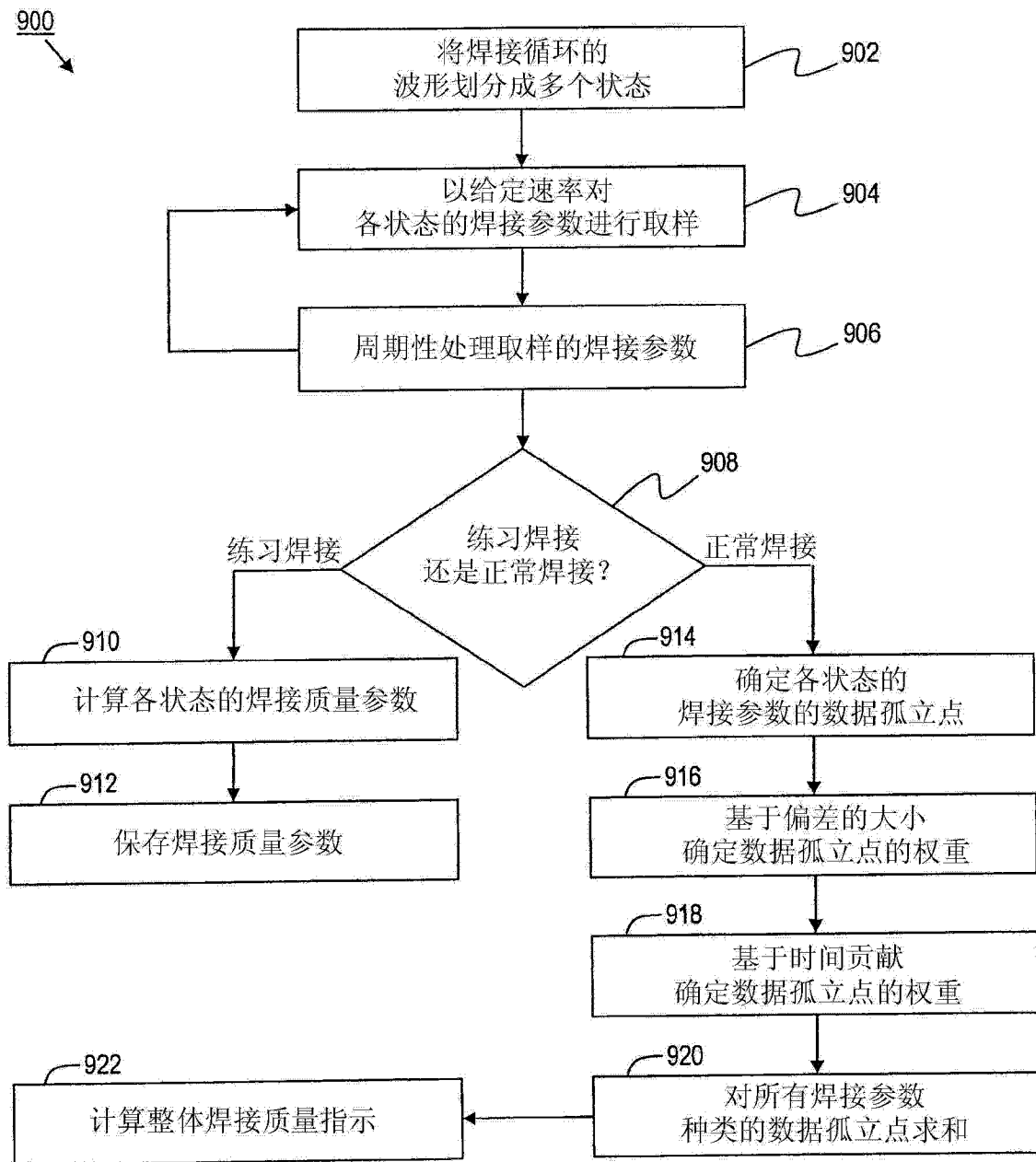


图 9

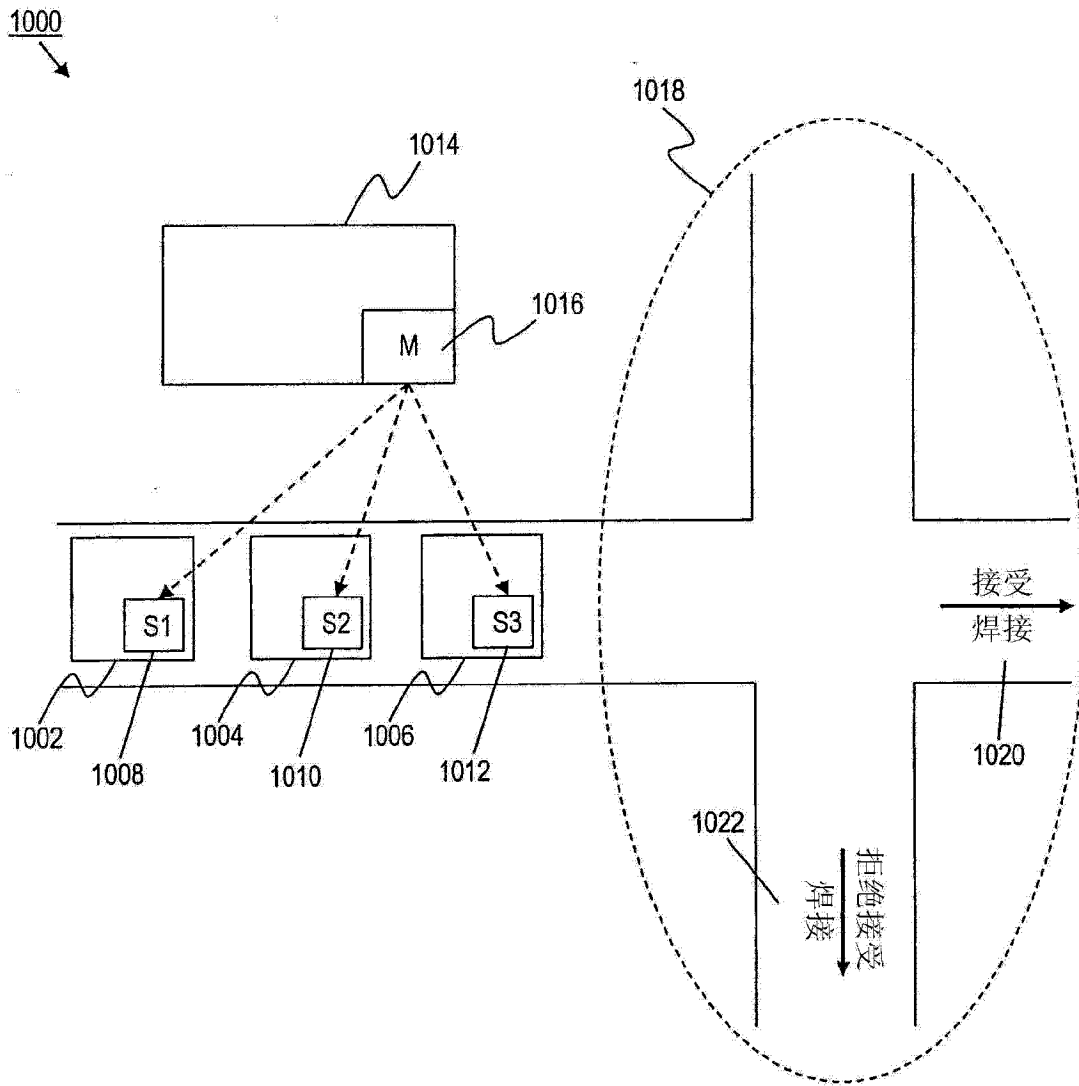


图 10

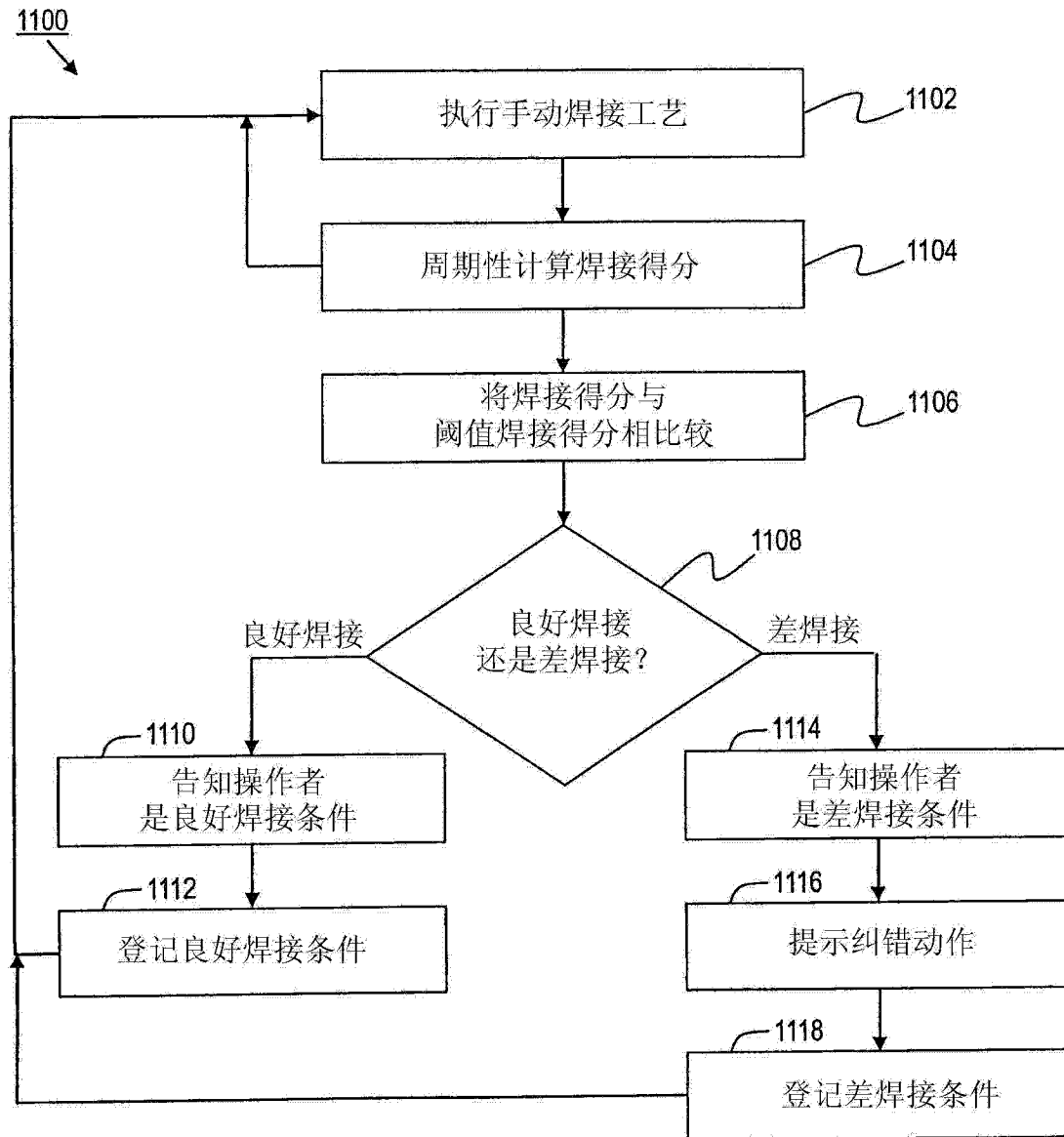


图 11

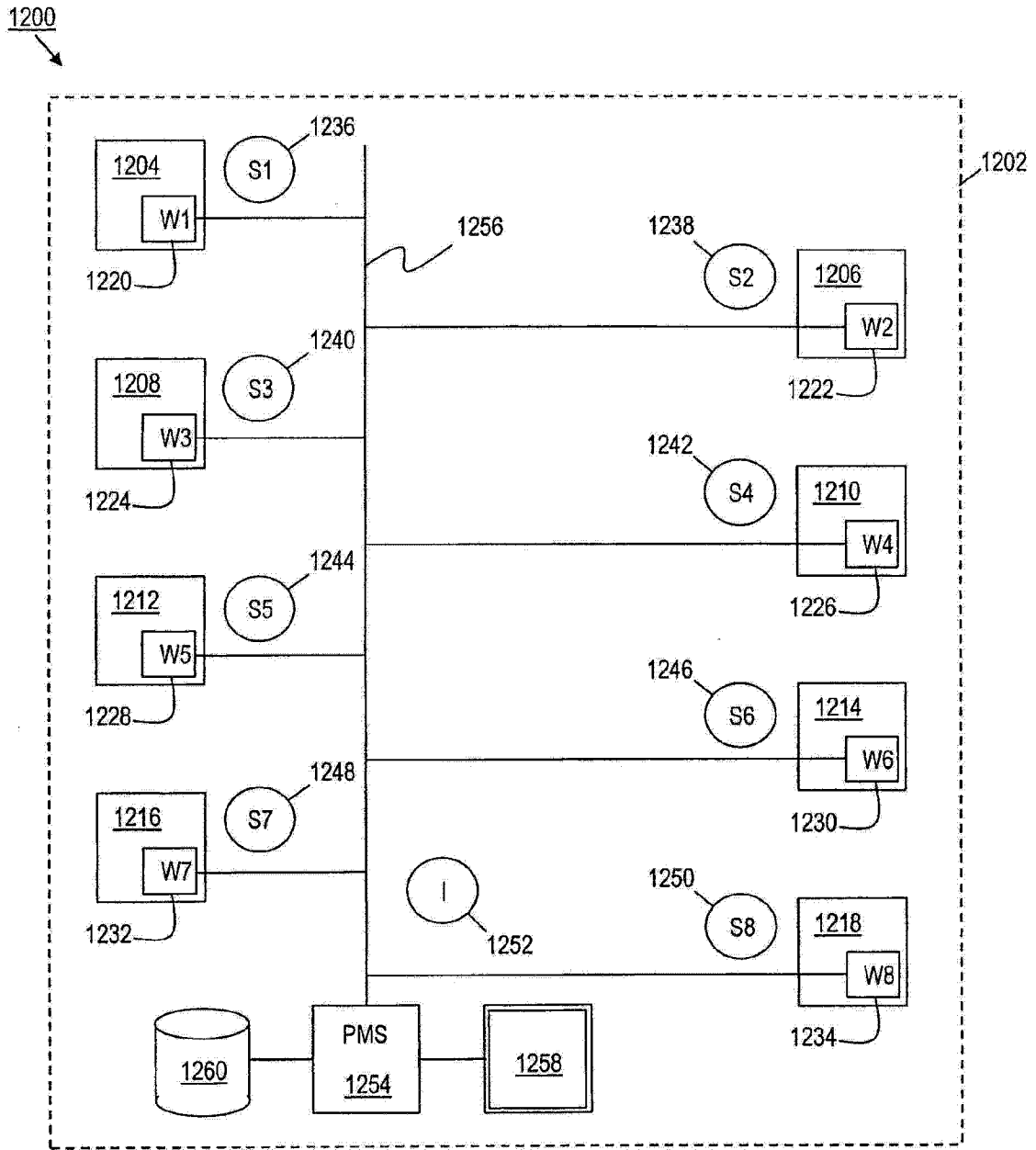


图 12

1300
↓

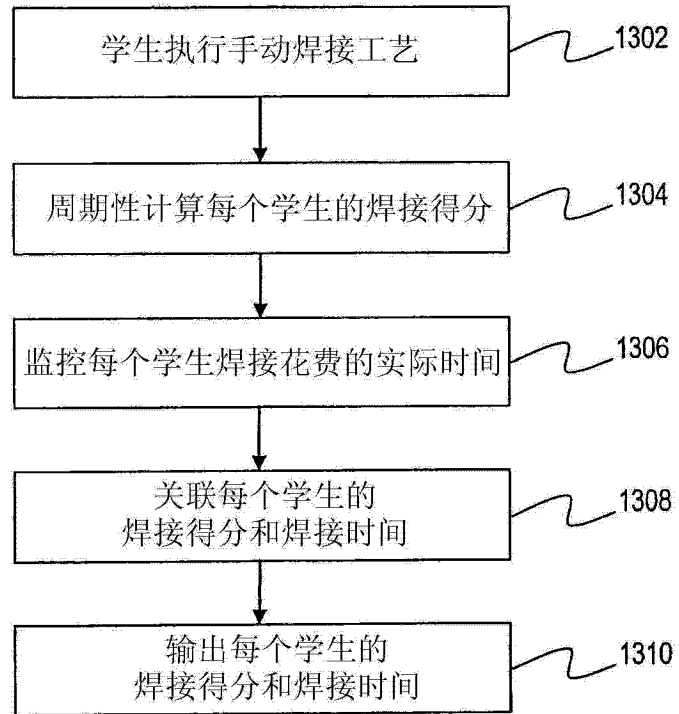


图 13

1400

1402 1414 1418 1420 1416

	焊接条件	固定?	\$ 成本	时间成本	焊接得分
1404	焊丝组分	是	N/A	N/A	c
1406	工件组分	是	N/A	N/A	
1408	保护气体流速	否	a	b	
1410	保护气体组分	是	N/A	N/A	
1412	工件预热温度	是	N/A	N/A	

图 14A

1400

	1402 焊接条件	1414 固定?	1418 \$ 成本	1420 时间成本	1416 焊接得分
1404	焊丝组分	是	N/A	N/A	f
1406	工件组分	是	N/A	N/A	
1408	保护气体流速	否	d	e	
1410	保护气体组分	是	N/A	N/A	
1412	工件预热温度	是	N/A	N/A	

图 14B

1500
↓

PS#	条件		焊机	工艺	\$	时间	得分
1516	01	焊丝组分	M	O	t	v	x
		工件组分					
		保护气体流速					
		保护气体组分					
		工件预热温度					
1518	02	焊丝组分	N	P	u	w	y
		工件组分					

-
-
-

图 15