

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5632009号

(P5632009)

(45) 発行日 平成26年11月26日 (2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日 (2014.10.17)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 9/095 (2006.01)

B 2 3 K 9/095 5 1 5 Z

B 2 3 K 9/095 5 0 1 B

請求項の数 38 (全 52 頁)

(21) 出願番号	特願2012-538432 (P2012-538432)	(73) 特許権者	510202156
(86) (22) 出願日	平成22年11月15日 (2010.11.15)		リンカーン グローバル、インコーポレイ
(65) 公表番号	特表2013-510725 (P2013-510725A)		テッド
(43) 公表日	平成25年3月28日 (2013.3.28)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 1
(86) 国際出願番号	PCT/IB2010/002913		7 4 8, シティーオブインダストリー, レ
(87) 国際公開番号	W02011/058433		イルロード・ストリート 1 7 7 2 1
(87) 国際公開日	平成23年5月19日 (2011.5.19)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成24年5月11日 (2012.5.11)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/261, 079	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成21年11月13日 (2009.11.13)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091214
(31) 優先権主張番号	12/775, 729		弁理士 大貫 進介
(32) 優先日	平成22年5月7日 (2010.5.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接品質を監視する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気アーク溶接機が、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより、選択されたアーク溶接行程を実行するときに、該溶接機を監視することにより、溶接の品質を定量化する方法であって、

前記選択された行程は、前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御され、当該方法は、

(a) 一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を備える溶接サイクルを構成する段階と、

(b) 前記波形を一連の時間セグメント状態に分割する段階と、

(c) 問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記溶接行程中に繰り返し、1又は複数の前記状態で生じる複数の選択された溶接パラメータを測定する段階と、

(d) 前記状態の各々について、前記溶接行程中の前記選択された溶接パラメータの前記測定に基づき、複数の品質パラメータを計算する段階と、

(e) 各時間期間について計算された前記品質パラメータの各々の値を、対応する期待される品質パラメータの値と比較し、前記計算された品質パラメータの値と前記期待される品質パラメータの値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定する段階と、

(f) 前記差が前記閾を超えているならば、前記計算された品質パラメータの値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記計算された品質パラメータの値を前記状態の実行時間に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階とを含み、

10

20

前記品質パラメータは、前記溶接の全体的な品質測定結果を表す、方法。

【請求項 2】

前記問い合わせレートは 1 2 0 k H z であり、及び / 又は前記時間期間は約 2 5 0 m s である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記選択された溶接パラメータは、前記状態の全てについて測定される、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記選択された溶接パラメータは、前記状態の各々について、前記時間期間内に前記選択された溶接パラメータのそれぞれについて行われた前記測定の回数、前記時間期間内の平均電圧

10

【数 2 4】

voltage

、前記時間期間内の電圧の二乗平均平方根 R M S V 、前記時間期間内の電圧の分散 V v a r 、前記時間期間内の平均電流

【数 2 5】

current

20

、前記時間期間内の電流の二乗平均平方根 R M S I 、及び前記時間期間内の電流の分散 I v a r を含み、

ここで、

【数 2 6】

voltage

30

= (前記時間期間内に測定された電圧の和) / (電圧測定回数) であり、

ここで、

【数 2 7】

$$RMSV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N ((voltage)_i)^2}{N}}$$

であり、

40

【数 2 8】

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

であり、

【数 2 9】

current

= (前記時間期間内に測定された電流の和) / (電流測定回数) であり、

50

ここで、
【数 3 0】

$$RMSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N I(\text{current})_i^2}{N}}$$

であり、
【数 3 1】

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

であり、

ここで、N は、前記時間期間内の溶接サイクルの総数であり、
voltage_i は、前記時間期間内の溶接サイクルのうちの特定の 1 つについての電
圧測定値を表し、

current_i は、前記時間期間内の溶接サイクルのうちの特定の 1 つについての電
流測定値を表す、

請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質カウント平均 QCA を含み、

【数 3 2】

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

であり、

ここで、count_i は、前記時間期間内の特定のサイクルについての前記測定の前記
回数を表す、

請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質カウント標準偏差 QCSD を
含み、前記 QCSD は、

【数 3 3】

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

及び

【数 3 4】

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

のうちの 1 つである、

10

20

30

40

50

請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧平均 Q V A を含み、

【数 3 5】

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

である、

10

請求項 4 乃至 6 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電圧標準偏差 Q V S D を含み、
前記 Q V S D は、

【数 3 6】

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

20

及び

【数 3 7】

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

のうちの 1 つである、

請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流平均 Q I A を含み、

【数 3 8】

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

である、

請求項 4 乃至 8 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 10】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電流標準偏差 Q I S D を含み、
前記 Q I S D は、

【数 3 9】

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

及び

50

【数 4 0】

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

のうちの 1 つである、
請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧分散平均 Q V V A を含み 10
、

【数 4 1】

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

である、
請求項 4 乃至 1 0 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電圧標準偏差 Q V V S D を含 20
み、前記 Q V V S D は、

【数 4 2】

$$QVVS D = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N - 1}$$

及び

【数 4 3】

$$QVVS D = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N - 1}$$

のうちの 1 つである、
請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流分散平均 Q I V A を含み 40
、

【数 4 4】

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

である、
請求項 4 乃至 1 2 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電流分散標準偏差 Q I V S D 50

を含み、前記 Q I V S D は、
【数 4 5】

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

及び
【数 4 6】

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

10

のうちの 1 つである、
請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

(g) 前記品質パラメータを後の溶接を評価するための測定基準において使用する段階を更に含む、請求項 1 乃至 1 4 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 1 6】

電気アーク溶接機が、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより、アーク溶接行程に従って溶接を実行するときに、該溶接機を監視することにより、実質的に同一の条件下で実質的に同一のアーク溶接行程に従って実行される複数の溶接を評価する方法であって、

前記選択された行程は前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御され、当該方法は、各溶接の間に、

(a) 一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を備える溶接サイクルを構成する段階と、

(b) 前記波形を一連の時間セグメント状態に分割する段階と、

30

(c) 選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの 1 つで生じる該選択された溶接パラメータを測定する段階と、

(d) 各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの品質値を前記データ・セットから計算する段階と、

(e) 前記品質値と期待される品質値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各品質値を該期待される品質値と比較する段階と、

(f) 前記差が前記閾を超えているならば、前記品質値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記品質値を前記状態の実行時間に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階と、

40

(g) 前記溶接の品質スコアを決定するために、前記溶接行程中に得られた、重み付けされた品質値を含む全ての前記品質値を用いる段階とを含む、
方法。

【請求項 1 7】

(h) 前記溶接の品質スコアが品質スコアの第 1 の所定の範囲内である場合、前記溶接を拒否する段階と、

(i) 前記溶接の品質スコアが品質スコアの第 2 の所定の範囲内である場合、前記溶接を容認する段階とを更に含む、

請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

50

(h) 各溶接を該溶接の対応する品質スコアと恒久的に関連付ける段階を更に含む、請求項 16 又は 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記問い合わせレートは 120 kHz であり、及び / 又は前記時間期間は約 250 ms である、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

前記選択された溶接パラメータはアーク電流であり、及び / 又は前記選択された溶接パラメータはアーク電圧である、請求項 16 乃至 19 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 21】

電気アーク溶接機が、溶接を形成するために、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより、選択されたアーク溶接行程を実行するときに、該溶接機を監視するモニタであって、

前記行程は、アークに伴って生じ、前記パラメータについてのコマンド信号の一連の敏速に繰り返す波形により定められ、各波形はサイクル時間を備える溶接サイクルを構成し、当該モニタは、

前記波形の各々を一連の時間セグメント状態にセグメント化する論理状態制御部と、特定の波形状態を選択する回路と、

選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、前記溶接行程中に繰り返される時間期間にわたり、1 又は複数の前記状態で生じる複数の前記選択された溶接パラメータを読み取る読み取り装置と、

前記選択された溶接パラメータに基づき、前記状態の各々について、複数の品質パラメータを計算する回路と、

各時間期間について計算された前記品質パラメータの各々の値を、対応する期待される品質パラメータの値と比較し、前記計算された品質パラメータの値と前記期待される品質パラメータの値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定する回路と、

前記差が前記閾を超えているならば、前記計算された品質パラメータの値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記計算された品質パラメータの値を前記状態の実行時間に基づく時間的貢献の重みで重み付けする回路とを含み、

前記品質パラメータは、前記溶接の全体的な品質測定結果を表す、モニタ。

【請求項 22】

前記問い合わせレートは 120 kHz であり、及び / 又は前記時間期間は約 250 ms である、請求項 21 に記載のモニタ。

【請求項 23】

前記選択された溶接パラメータは、前記状態の全てについて読み取られる、請求項 21 又は 22 に記載のモニタ。

【請求項 24】

前記選択された溶接パラメータは、前記状態の各々について、前記時間期間内に前記選択された溶接パラメータのそれぞれについて行われた前記測定回数、前記時間期間内の平均電圧

【数 47】

voltage

、前記時間期間内の電圧の二乗平均平方根 $RMS V$ 、前記時間期間内の電圧の分散 $V var$ 、前記時間期間内の平均電流

【数 48】

current

10

20

30

40

50

、前記時間期間内の電流の二乗平均平方根 $RMSI$ 、及び前記時間期間内の電流の分散 I_{var} を含み、

ここで、

【数 4 9】

$$\overline{voltage}$$

= (前記時間期間内に測定された電圧の和) / (電圧測定回数) であり、

ここで、

【数 5 0】

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

10

であり、

【数 5 1】

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

20

であり、

【数 5 2】

$$\overline{current}$$

= (前記時間期間内に測定された電流の和) / (電流測定回数) であり、

ここで、

【数 5 3】

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

30

であり、

【数 5 4】

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

40

であり、

ここで、 N は、前記時間期間内の溶接サイクルの総数であり、

$voltage_i$ は、前記時間期間内の溶接サイクルのうち特定の 1 つについての前記電圧測定値を表し、

$current_i$ は、前記時間期間内の溶接サイクルのうち特定の 1 つについての前記電流測定値を表す、

請求項 2 1 乃至 2 3 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

【請求項 2 5】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質カウント平均 QCA を含み、

50

【数 5 5】

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

であり、

ここで、 $count_i$ は、前記時間期間内の特定の溶接サイクルについての前記測定の前記回数を表す、

請求項 2 2 又は 2 4 に記載のモニタ。

10

【請求項 2 6】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質カウント標準偏差 $QCSD$ を含み、前記 $QCSD$ は、

【数 5 6】

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

20

及び

【数 5 7】

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

のうちの 1 つである、

請求項 2 5 に記載のモニタ。

【請求項 2 7】

30

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧平均 QVA を含み、

【数 5 8】

$$QVA = \frac{\sum_{i=1}^N voltage_i}{N}$$

である、

請求項 2 4 乃至 2 6 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

【請求項 2 8】

40

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電圧標準偏差 $QVSD$ を含み、前記 $QVSD$ は、

【数 5 9】

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

及び

【数 6 0】

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

のうちの 1 つである、

請求項 27 に記載のモニタ。

【請求項 29】

10

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流平均 QIA を含み、

【数 61】

$$QIA = \frac{\sum_{i=1}^N current_i}{N}$$

である、

請求項 26 乃至 28 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

【請求項 30】

20

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電流標準偏差 QISD を含み、前記 QISD は、

【数 62】

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

及び

【数 63】

30

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

のうちの 1 つである、

請求項 29 に記載のモニタ。

【請求項 31】

前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧分散平均 QVVA を含み、

40

【数 64】

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

である、

請求項 24 乃至 30 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

【請求項 32】

50

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電圧標準偏差 $QVVS D$ を含み、前記 $QVVS D$ は、

【数 6 5】

$$QVVS D = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N - 1}$$

及び

【数 6 6】

$$QVVS D = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N - 1}$$

のうちの 1 つである、

請求項 3 1 に記載のモニタ。

【請求項 3 3】

前記品質パラメータは、計算した各状態についての品質電流分散平均 $QIVA$ を含み、

【数 6 7】

$$QIVA = \frac{\sum_{i=1}^N Vvar_i}{N}$$

である、

請求項 2 4 乃至 3 2 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

【請求項 3 4】

前記品質パラメータは、計算された各状態について、品質電流分散標準偏差 $QIVSD$ を含み、前記 $QIVSD$ は、

【数 6 8】

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

及び

【数 6 9】

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

のうちの 1 つである、

請求項 3 3 に記載のモニタ。

【請求項 3 5】

前記品質パラメータは後の溶接を評価するための測定基準において使用される段階を更に含む、請求項 2 1 乃至 3 4 のうちのいずれか 1 項に記載のモニタ。

10

20

30

40

50

【請求項 36】

電気アーク溶接機の電源へのコマンド信号により制御されるアーク溶接行程に伴う前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより該アーク溶接行程を実行するために各溶接機が該溶接機の個々のオペレータにより使用されるときに、該オペレータの各々と関連付けられた電気アーク溶接機を監視することにより、該アーク溶接行程を実行する複数の該オペレータを評価する方法であって、

当該方法は、各オペレータについて、

(a) 所定の基準溶接に対する前記アーク溶接行程に従い形成された溶接の品質指標を示す数値スコアを生成する段階と、

(b) 前記オペレータが前記アーク溶接行程を実行するのに費やした時間量を測定する段階と、 10

(c) 前記数値スコア及び前記溶接時間を前記オペレータと関連付ける段階とを含み、前記段階(a)は、

(a1) 一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を備える溶接サイクルを構成する段階と、

(a2) 前記波形を一連の時間セグメント状態に分割する段階と、

(a3) 選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの1つで生じる該選択された溶接パラメータを測定する段階と、

(a4) 各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの品質値を前記データ・セットから計算する段階と、 20

(a5) 前記品質値と期待される品質値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各品質値を該期待される品質値と比較する段階と、

(a6) 前記差が前記閾を超えているならば、前記品質値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記品質値を前記状態の実行時間に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階と、

(a7) 前記数値スコアを決定するために、前記アーク溶接行程中に得られた、重み付けされた品質値を含む全ての前記品質値を用いる段階とを更に含む、

方法。

【請求項 37】

30

前記段階(b)は、前記オペレータが前記アーク溶接行程を実行するのに費やした評価期間の割合を決定する段階を更に含む、請求項36に記載の方法。

【請求項 38】

前記オペレータの各々は、実質的に同一のアーク溶接行程を実質的に同一の条件下で実行する、請求項36又は37に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願]

本願は、米国仮特許出願番号第61/261,079号からのU.S.C. § 119(e)に基づく優先権/利益を請求する非仮特許出願として出願されている。米国仮特許出願番号第61/261,079号の全ての開示は参照されることにより本願明細書に組み込まれる。

40

【0002】

全体的な発明概念は、電気アーク溶接に関し、特に溶接行程の変化量を監視し、該変化量を相応して重み付けし、溶接品質を定量化し、良好な溶接を示すデータを得て使用し、自動溶接行程の生産及び品質制御を向上し、適正な溶接技術を教示し、溶接行程のコスト削減を確認し、異なる溶接行程又は用途のためのプリセットとして用いられるべき最適な溶接設定を引き出すシステム、方法及び装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 3 】

多くの異なる条件及びパラメータが、結果として生じる溶接の全体的な品質に寄与する。したがって、電気アーク溶接機の製造者は、溶接の品質及び製造設備の中で動作しているときの溶接機の効率を決定するために、溶接機の動作の監視を試みてきた。電気溶接機を監視する試みの1つは米国特許番号第6,051,805号明細書、Vaidya他(以下、「Vaidya」)に示されている。この特許では、コンピュータ又は他のプログラムされた機器が用いられ、平均電流及び溶接作業の効率を監視する。この効率は、溶接が実行される時間の作業シフト(work shift)の合計時間に対する比として表現される。標準的な技術によると、この開示された監視システムは、RAM及びEPROMのような標準的な付属品を有する中央処理装置の形式である第1の制御回路を有する。第2の制御回路は、第1の回路に接続され、監視手順中に情報を入力及び出力する。モニタは、数時間又は最大で999時間にまで及び開示された時間の期間に渡って情報を収集する。モニタは、溶接効率を決定し、時間を監視して、全体的効率に対する平均電流及び累積アーク溶接時間を決定する。

10

【 0 0 0 4 】

Vaidyaは、電流及びワイヤ送り速度、並びに溶接手順中のガス流を監視する機能を開示している。この情報の全ては、溶接行程中の溶接機の動作特性を後に読み出すために、適切なメモリ素子に格納される。このように、溶接機の生産性は、コスト効率及び他のパラメータを計算するために計測されうる。電気アーク溶接の監視は、Vaidyaで示唆されているように、溶接行程中の平均電流を測定するために他の製造者により試みられてきた。しかしながら、溶接行程中の平均電流、電圧、ワイヤ送り速度又は他のパラメータを計測すること及び溶接作業の性能を記録するためにこのデータを用いることは、満足のいくものではない。従来、監視装置は、監視されているパラメータの如何なる事前知識も有していなかった。

20

【 0 0 0 5 】

したがって、過去の電流、電圧及びワイヤ送り速度のようなパラメータの監視は、Vaidyaで説明された技術を用いても、混沌としており、電気アークの実際の安定性又は溶接行程が所望のパラメータ値の上か下かを決定することができない。この情報は、溶接サイクルを拒否し及び/又は溶接サイクル中に実行される溶接の品質を決定することを目的として、所望の精度で知られていなければならない。纏めると、種々の溶接行程で用いられるときに電気アーク溶接機の動作を監視することは、溶接行程が実施されている間にその溶接行程を評価することを目的として用いることができる事前の知識がないために、満足のいくものではなかった。

30

【 0 0 0 6 】

これらの欠点を克服するため、米国特許番号6,441,342号、Hsu他(以下、「Hsu」)は、溶接機が溶接機の動作に関する情報を生成する選択されたアーク溶接行程を実行するときに、電気アーク溶接機を監視するモニタ及び方法を開示している。したがって、標準的な高性能コンピュータ技術の使用は、モニタにより収集された一様に正確な知的データに対して用いることができる。Hsuのモニタ及び監視システムは、溶接行程中の既知の情報を利用する。この情報は固定的であり変化しない。モニタは、実際の性能と比較される事前の知識を利用するために、溶接行程の特定の局面に専念する。したがって、選択されたパラメータの安定性及び許容可能な大きさ又はレベルは、溶接行程の特定の局面の間に決定される。溶接行程は、監視する前に既知の所望のパラメータで固定時間セグメントに分けられる。次に、このデータは、溶接サイクルの局面を評価するために、既知のコンピュータ技術により処理されうる。

40

【 0 0 0 7 】

Hsuは、溶接行程が一連の素早く繰り返す波形を生成する電気アーク溶接機により実行されることを開示している。各波形は、サイクル時間を有する溶接サイクルを構成する。各溶接サイクル(つまり、波形)は、溶接機の動作を制御するために用いられる既知の波形生成器により作られる。これらの波形は、パルス溶接行程、バックグラウンド電流の状

50

態、ランプアップ、ピーク電流、ランプダウン、そしてバックグラウンド電流に戻るとい
うような状態に分割される。既知の駆動波形を生成されたアーク特性の時間セグメントと
して定められる状態に分割することにより、複数の状態のうち任意の選択された1つの状
態を監視することができる。実際に、多くの状態は多重化できる。例えば、パルス溶接行
程では、ピーク電流に関連する状態が監視されうる。Hsuは、溶接行程の状態が、望まし
くは1.0 kHzを超える高いレートで読み出されることにより、監視されることを開示
している。電流、電圧又はワイヤ送り速度のような実際の溶接パラメータのそれぞれは、
パルス溶接行程中に用いられる波形の各ピーク電流状態中に何回も検出される。この方法
では、ランプアップ、ランプダウン及びバックグラウンド電流は、ピーク電流状態の行程
を監視している間は無視される。

10

【0008】

したがって、ピーク電流は既知のピーク電流と比較される。ピーク電流の関数は、電気
アーク溶接機から出力される実際のピーク電流の変化量を検出するために用いることがで
きる。Hsuでは、コマンド・ピーク電流の低い及び高い側の最小レベル及び最大レベルは
、ピーク電流のレベルを決定するために、パルス溶接波形の各ピーク電流状態中に何回も
用いられる。電流が最大を超えるとき又は最小より低いときはいつでも、このイベントは
各波形中にカウントされる。合計の変化量及びイベントは、溶接時間（つまり、溶接行程
又はその特定の重要な部分が実行される時間）の間、カウントされる。このカウントが波
形当たりの又は溶接時間中の設定数を超えた場合、この特定の溶接行程が好ましくない溶
接状態を経験したという警告が与えられうる。実際に、カウントが最大レベルを超えた場
合、溶接は拒否される。これと同一の機能は、ピーク電流を波形の各ピーク電流状態中に
何回も読み出し標準偏差の大きさを検知するために、統計的標準偏差プログラムで用いら
れる。実際には、標準偏差は、コンピュータ・プログラムによる二乗平均平方根（RMS）
偏差の計算である。Hsuでは、平均ピーク電流が計算され、レベル条件及び安定特性と
ともに記録される。電流又は電圧のRMSは、監視されている各状態、例えばパルス波形
のピーク電流状態について決定される。ピーク電流レベル又は標準偏差が監視されてい
る間、バックグラウンド電流期間は、電流レベル及び持続期間により監視されうる。

20

【0009】

Hsuは、波形の状態を選択すること、及びその状態のための所望の既知のコマンド信号
をその被監視状態中の溶接行程の実際のパラメータと比較することを開示している。選択
は、波形生成器の予備的知識に基づく。例えば、特定のワイヤ送り速度WFS1で、波形
生成器は、ピーク電流を調整してアーク長を制御するようプログラムされる。「情報を持
っている」モニタは、次に、このワイヤ送り速度WFS1で溶接するとき、ピーク電流セ
グメントを被監視状態として選択する。しかしながら、別のワイヤ送り速度WFS2では
、波形生成器は、（ピーク電流ではなく）バックグラウンド時間を調整してアーク長を制
御するようプログラムされる。「情報を持っている」モニタは、次に、このワイヤ送り速
度WFS2で溶接するとき、バックグラウンド時間を被監視状態及びパラメータとして選
択する。対照的に、帰納的なモニタは、異なるワイヤ送り速度で、アーク安定性を検出す
るために、波形の異なる局面が監視されるべきであるという考えを持たない。ワイヤ送り
速度WFS1におけるバックグラウンド時間を監視すること、又はワイヤ送り速度WFS
2におけるピーク電流を監視することは、この例では、非常に非効率的である。したがっ
て、Hsuは、所望の値の予備的知識を用いて波形のこのセグメントを監視するために、波
形の時間セグメントを用いることを開示している。これは、電気アーク溶接行程を実際に
監視できるようにし、単に全波形に渡る平均化だけではない。

30

40

【0010】

Hsuでは、モニタは、予備的知識の使用により特徴付けられ、単に溶接行程中に経験す
る出力パラメータを読み出す通常の処理とは対照的である。したがって、通常の動作が時
間の関数であり溶接行程の1つの局面の間に差があるとき、監視は、溶接機の通常の動作
を検出するタスクを大幅に簡略化する。Hsuの教示は、一定電圧行程中に電圧を監視する
ことには適用できない。何故なら、所望のレベルの電圧は、全溶接サイクル中で既知の特

50

性であるからである。しかしながら、電圧と電流の両方が波形の異なるセグメント中に変化する他の溶接行程では、Hsuの方法は、実際のパラメータが波形の選択されたセグメント中に監視される前に、安定性、R M S、標準偏差、平均、最小値より低い及び最大値より高い正確な測定値を与える。

【 0 0 1 1 】

Hsuによると、時間的に変化する溶接行程、例えばパルス溶接及び短絡溶接は、全体的な出力情報の読み出しによるのではなく、正確な精度で監視される。モニタは、波形の選択された状態又はセグメントである各波形の選択された時間において作動される。モニタは、実際のパラメータを、溶接機の電源に向けられるコマンド信号の形式の所望のパラメータと比較する。Hsuでは、監視は、波形の特定のセグメント中にのみ生じうる。しかしながら、例外的なイベントでは、例えばアークが消えたとき又は短絡があったときは、コンピュータ制御のサブルーチンは、アークを再開するため及び / 又は短絡を是正するために、電圧検知又は電流検知のいずれかにより実施される。これらのイベントのためのサブルーチンは、監視プログラムと並列に実行される。したがって、これらの例外は、モニタの全体の動作に影響を与えない。これらのサブルーチンは、例外的状態又は時間セグメントとして構成される。これらの例外的状態でのパラメータ又は信号は、上述と同様の方法で監視される。

【 0 0 1 2 】

Hsuでは、暦時間、シフトに渡る又はオペレータによる生産情報は、溶接機の動作又は効率を評価する目的で蓄積されうる。波形の特定のセグメント又は状態を監視することによる各溶接サイクルの監視は、長い間に経験される望ましくないイベントを累積させる。これは、動向分析を可能にし、溶接行程が実際に生産不全の溶接部を製造する前に、オペレータが是正措置を講じることができるようにする。動向分析、欠陥分析、欠陥の蓄積、これら全ての項目のログをとること、及び電気アーク溶接機の関連するリアルタイムの監視は、是正措置とは対照的に予防処置を講じるために、適時な直接介入を可能にする。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

全体的な発明概念は、溶接行程中の変量を監視し、該変量を相応して重み付けし、溶接品質を定量化し、良好な溶接を示すデータを得て使用するシステム、方法及び装置を意図している。溶接品質データは、自動化溶接行程の生産及び品質制御を向上し、適正な溶接技術を教示し、溶接行程のコスト削減を特定し、異なる溶接行程又は用途のためのプリセットとして用いられるべき最適な溶接設定を引き出すことを可能にする。全体的な発明概念の種々の態様を説明する例として、幾つかの例示的なシステム、方法及び装置が開示される。

【 0 0 1 4 】

前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより電気アーク溶接機が選択されたアーク溶接行程を実行するときに、該電気アーク溶接機を監視する方法であって、選択された行程は、溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、(a) 一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(b) 前記波形を状態に分割する段階、(c) 選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの1つで生じる該選択された溶接パラメータを測定する段階、(d) 各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの安定性の値を前記データ・セットから計算する段階、(e) 前記安定性の値と期待される安定性の値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各安定性の値を該期待される安定性の値と比較する段階、(f) 前記差が前記閾を超えている場合、前記安定性の値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記安定性の値を前記状態の該状態の波形への時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、を有する。このように、方法は、(例えば、偏差の程度 / 大きさ

及び状態の時間的貢献に基づき)異常値を構成する測定されたパラメータ(つまり、データ・セット内のアイテム)に複数の重みを割り当てることができる。例示的な一実施形態では、異常値は、溶接パラメータの平均値からの3つの標準偏差の限度の外側にある溶接パラメータの測定値として定められる。アーク溶接機に統合された、上述の例示的な方法を実行するモニタも考案された。

【0015】

前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより電気アーク溶接機が選択されたアーク溶接行程を実行するときに、該電気アーク溶接機を監視することにより溶接の品質を定量化する方法であって、選択された行程は、溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、(a)一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(b)前記波形を状態に分割する段階、(c)問い合わせレートで、時間期間にわたり、溶接時間中に繰り返し、1又は複数の状態中に生じる複数の選択された溶接パラメータを測定する段階、(d)前記時間期間中の選択された溶接パラメータの測定に基づき、前記状態の各々について、複数の品質パラメータを計算する段階であって、前記品質パラメータは前記溶接の全体的な品質指標を表す、段階、を有する。アーク溶接機に統合された、上述の例示的な方法を実行するモニタも考案される。

10

【0016】

例示的な一実施形態では、方法は、(e)各時間期間について計算された前記品質パラメータの各々の値を、対応する期待される品質パラメータの値と比較し、前記計算された品質パラメータの値と前記期待される品質パラメータの値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定する段階、(f)前記差が前記閾を超えていた場合、前記計算された品質パラメータの値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記計算された品質パラメータの値を前記状態を含む波形に対する該状態の時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、を更に有する。アーク溶接機に統合された、上述の例示的な方法を実行するモニタも考案される。

20

【0017】

例示的な一実施形態では、問い合わせレートは120kHzである。例示的な一実施形態では、時間期間は約250msである。

30

【0018】

例示的な一実施形態では、前記選択された溶接パラメータは、前記状態の各々について、前記時間期間内に前記選択された溶接パラメータのそれぞれについて行われた前記測定の回数、前記時間期間内の平均電圧

【0019】

【数1】

voltage

、
前記時間期間内の電圧の二乗平均平方根 $RMS V$ 、前記時間期間内の電圧の分散 $V var$
、前記時間期間内の平均電流

40

【0020】

【数2】

current

、
前記時間期間内の電流の二乗平均平方根 $RMS I$ 、前記時間期間内の電流の分散 $I var$
、を含み、

50

【 0 0 2 1 】

【 数 3 】

$$\overline{voltage}$$

= (前記時間期間内に測定された電圧の和) / (電圧測定回数) 、ここで、

【 0 0 2 2 】

【 数 4 】

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

10

【 0 0 2 3 】

【 数 5 】

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

20

【 0 0 2 4 】

【 数 6 】

$$\overline{current}$$

= (前記時間期間内に測定された電流の和) / (電流測定回数) 、ここで、

【 0 0 2 5 】

【 数 7 】

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

30

【 0 0 2 6 】

【 数 8 】

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

40

である。

【 0 0 2 7 】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質カ
ウント平均 Q C A を有し、

【 0 0 2 8 】

【数 9】

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

、ここで、Nは時間期間内の溶接サイクルの総数であり、 $count_i$ は前記時間期間内の溶接サイクルのうちの特定の1つについての測定のカウントを表す。

【0029】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質カ
ウント標準偏差QCSDを有し、 10

【0030】

【数10】

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

である。例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての
品質カウント標準偏差QCSDを有し、 20

【0031】

【数11】

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

である。

【0032】

30

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電
圧平均QVAを有し、

【0033】

【数12】

$$QVA = \frac{\sum_{i=1}^N voltage_i}{N}$$

、ここで、Nは時間期間内の溶接サイクルの総数であり、 $voltage_i$ は前記時間期
間内の溶接サイクルのうちの特定の1つについての電圧測定値を表す。 40

【0034】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電
圧標準偏差QVSDを有し、

【0035】

【数 1 3】

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

である。

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧標準偏差 Q V S D を有し、

【 0 0 3 6 】

10

【数 1 4】

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

である。

【 0 0 3 7 】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流平均 Q I A を有し、

20

【 0 0 3 8 】

【数 1 5】

$$QIA = \frac{\sum_{i=1}^N current_i}{N}$$

、ここで、N は時間期間内の溶接サイクルの総数であり、 $current_i$ は前記時間期間内の溶接サイクルのうちの特定の 1 つについての電流測定値を表す。

【 0 0 3 9 】

30

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流標準偏差 Q I S D を有し、

【 0 0 4 0 】

【数 1 6】

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

である。

40

【 0 0 4 1 】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流標準偏差 Q I S D を有し、

【 0 0 4 2 】

【数 1 7】

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

である。

【0 0 4 3】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧分散平均 Q V V A を有し、

10

【0 0 4 4】

【数 1 8】

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

、ここで、N は前記時間期間内の溶接サイクルの総数である。

【0 0 4 5】

20

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧分散標準偏差 Q V V S D を有し、

【0 0 4 6】

【数 1 9】

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N - 1}$$

である。

30

【0 0 4 7】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電圧分散標準偏差 Q V V S D を有し、

【0 0 4 8】

【数 2 0】

$$QVSD = \frac{\sum_{i=1}^N [(Vvar)_i - QVVA]^2}{N}$$

40

である。

【0 0 4 9】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流分散平均 Q I V A を有し、

【0 0 5 0】

【数 2 1】

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

、ここで、Nは前記時間期間内の溶接サイクルの総数である。

【0051】

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流分散標準偏差 Q I V S D を有し、

10

【0052】

【数 2 2】

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

である。

例示的な一実施形態では、前記品質パラメータは、計算された各状態についての品質電流分散標準偏差 Q I S D を有し、

20

【0053】

【数 2 3】

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

である。

【0054】

例示的な一実施形態では、方法は、(e)後の溶接を評価するために、測定基準に前記品質パラメータを用いる段階、を更に有する。アーク溶接機に統合された、上述の例示的な方法を実行するモニタも考案される。

30

【0055】

前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより電気アーク溶接機がアーク溶接行程に従って溶接を実行するときに、該電気アーク溶接機を監視することにより、実質的に同一の条件下で実質的に同一のアーク溶接行程に従って実行される複数の溶接を評価する方法であって、選択された行程は、溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、各溶接中に、(a1)一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(b)前記波形を状態に分割する段階、(c)選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの1つで生じる該選択された溶接パラメータを測定する段階、(d)各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの品質値を前記データ・セットから計算する段階、(e)前記品質値と期待される品質値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各品質値を該期待される品質値と比較する段階、(f)前記差が前記閾を超えている場合、前記品質値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記品質値を前記状態の該状態の波形への時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、(g)前記溶接の品質スコアを決定するために、溶接時間中に得られた、重み付けされた品質値を含む全ての前記品質値を用いる段階、を有する。

40

50

【 0 0 5 6 】

例示的な一実施形態では、方法は、(h) 前記溶接の品質スコアが品質スコアの第 1 の所定の範囲内である場合、前記溶接を拒否する段階、(i) 前記溶接の品質スコアが品質スコアの第 2 の所定の範囲内である場合、前記溶接を容認する段階、を更に有する。

【 0 0 5 7 】

例示的な一実施形態では、方法は、(h) 各溶接を該溶接の対応する品質スコアと恒久的に関連付ける段階、を更に有する。

【 0 0 5 8 】

例示的な一実施形態では、問い合わせレートは 1 2 0 k H z である。例示的な一実施形態では、時間期間は約 2 5 0 m s である。

10

【 0 0 5 9 】

例示的な一実施形態では、選択された溶接パラメータはアーク電流である。例示的な一実施形態では、選択された溶接パラメータはアーク電圧である。

【 0 0 6 0 】

統合されたモニタを有する電気アーク溶接機を用いてアーク溶接行程を手動で実行する個人(つまり、オペレータ)に指示を提供する方法であって、前記溶接機は、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することによりアーク溶接行程を実行し、前記モニタは、前記実際の溶接パラメータを監視することができ、前記アーク溶接行程は、前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、(a) 一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(b) 前記波形を状態に分割する段階、(c) 選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの 1 つで生じる選択された溶接パラメータを測定する段階、(d) 各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの品質値を前記データ・セットから計算する段階、(e) 前記品質値と期待される品質値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各品質値を該期待される品質値と比較する段階、(f) 前記差が前記閾を超えている場合、前記品質値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記品質値を前記状態の該状態の波形への時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、(g) 前記溶接の現在の集められた品質スコアを更新するために、任意の重みを有する前記品質値を用いる段階、(h) 前記現在の集められた品質スコアが前記溶接行程中の許容可能な品質スコアの所定の範囲内であるかどうかを決定する段階、(i) 前記現在の集められた品質スコアが前記許容可能な品質スコアの所定の範囲に含まれない場合、是正措置に関する情報をオペレータに提供する段階、を有する。

20

30

【 0 0 6 1 】

例示的な一実施形態では、問い合わせレートは 1 2 0 k H z である。例示的な一実施形態では、時間期間は約 2 5 0 m s である。

【 0 0 6 2 】

例示的な一実施形態では、この情報は視覚的に提供される。例示的な一実施形態では、この情報は聴覚的に提供される。

40

【 0 0 6 3 】

例示的な一実施形態では、この情報は、加工中製品に対するワイヤ位置の推奨される変化を有する。例示的な一実施形態では、この情報は、加工中製品に対するワイヤの動きのレートの推奨される変化を有する。

【 0 0 6 4 】

例示的な一実施形態では、この情報はオペレータに所定の報告レートで提供される。例示的な一実施形態では、報告レートは 3 0 秒より小さい。例示的な一実施形態では、報告レートは 3 0 秒以上である。

【 0 0 6 5 】

例示的な一実施形態では、この情報は、現在の集められた品質スコアの最近の変化が、

50

現在の集められた品質スコアは許容可能な品質スコアの所定の範囲の外へ移行しそうであると示す場合に提供される。

【 0 0 6 6 】

例示的な一実施形態では、方法は、(j)現在の集められた品質スコアが許容可能な品質スコアの所定の範囲内である場合、オペレータに是正措置が必要ないことの確認を提供する段階、を更に有する。

【 0 0 6 7 】

前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより電気アーク溶接機がアーク溶接行程を実行するために該電気アーク溶接機の個々のオペレータにより用いられるときに、該オペレータの各々に関連付けられた該電気アーク溶接機を監視することにより、前記アーク溶接行程を実行する複数のオペレータを評価する方法であって、前記アーク溶接行程は、前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、方法が開示される。方法は、各オペレータについて、(a)所定の基準溶接に対する前記アーク溶接行程に従って形成された溶接の品質指標を示す数値スコアを生成する段階、(b)前記オペレータが前記アーク溶接行程を実行するのに費やした時間量を測定する段階、(c)前記数値スコア及び前記溶接時間を前記オペレータと関連付ける段階、を有する。

【 0 0 6 8 】

例示的な一実施形態では、前記数値スコアは、(a 1)一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(a 2)前記波形を状態に分割する段階、(a 3)選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの1つで生じる該選択された溶接パラメータを測定する段階、(a 4)各時間期間について、前記選択された溶接パラメータの品質値を前記データ・セットから計算する段階、(a 5)前記品質値と期待される品質値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各品質値を該期待される品質値と比較する段階、(a 6)前記差が前記閾を超えている場合、前記品質値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記品質値を前記状態の該状態の波形への時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、(a 7)前記数値スコアを決定するために、前記アーク溶接行程中に得られた、任意の重み付けされた品質値を含む全ての前記品質値を用いる段階、により生成される。

【 0 0 6 9 】

選択されたアーク溶接行程についてのコスト効率分析を実行する方法であって、電気アーク溶接機は、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより、前記アーク溶接行程を実行し、前記選択された行程は、前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、(a)全体の溶接品質に影響を与える複数の溶接条件を特定する段階、(b)複数の溶接にわたり前記溶接条件の1つを変化し、前記溶接に渡って全ての残りの溶接条件を固定する段階、(c)各溶接について、(i)一連の敏速に繰り返す波形を生成する段階であって、各波形はサイクル時間を有する溶接サイクルを構成する、段階、(i i)前記波形を状態に分割する段階、(i i i)選択された溶接パラメータについてのデータ・セットを得るために、問い合わせレートで、時間期間にわたり、前記状態のうちの1つで生じる選択された溶接パラメータを測定する段階、(i v)各時間期間について、前記データ・セットから前記選択された溶接パラメータの安定性の値を計算する段階、(v)前記安定性の値と期待される安定性の値との間の差が所定の閾を超えているかどうかを決定するために、各安定性の値と前記期待される安定性の値を比較する段階、(v i)前記差が前記閾を超えている場合、前記安定性の値を前記差に基づく大きさの重みで重み付けし、前記安定性の値を前記状態の該状態の波形に対する時間的貢献に基づく時間的貢献の重みで重み付けする段階、(v i i)前記溶接の全体の品質スコアを計算するために、任意の重み付けされた安定性の値を含む、溶接時間中に得られた前記安定性の値を用いる段階、(v i i i)前記溶接のコストを決定する段階、(i x)前記品質スコア及び前記コストを前記溶接に関連付ける段階、を有する。

【0070】

例示的な一実施形態では、溶接条件は、ワイヤ特性、加工中製品の特性、遮蔽ガスの流速、遮蔽ガスの組成及び加工中製品の予熱温度のうちの1又は複数を有する。

【0071】

例示的な一実施形態では、コストは、溶接を製造するのに関連する貨幣的支出を有する。例示的な一実施形態では、コストは、溶接を完成するために必要な合計時間を有する。

【0072】

例示的な一実施形態では、安定性の値は、選択された溶接パラメータの統計的標準偏差である。

【0073】

例示的な一実施形態では、問い合わせレートは120kHzである。例示的な一実施形態では、時間期間は約250msである。

【0074】

例示的な一実施形態では、方法は、(d)溶接の各々に関連付けられた品質スコア及びコスト(又はそれらそれぞれの平均)を出力する段階、を更に有する。

【0075】

所望の品質を有する溶接を得るために、プリセットされた溶接パラメータを用いる方法であって、前記溶接は、前進するワイヤと加工中製品との間の実際の溶接パラメータを生成することにより選択されたアーク溶接行程を実行する電気アーク溶接機により製造され、前記溶接行程は、前記溶接機の電源へのコマンド信号により制御される、例示的な一実施形態による方法が開示される。方法は、(a)選択された溶接パラメータの複数のセットを、各セットに対応する品質スコアと共に、ユーザに提示する段階であって、前記品質スコアは、前記選択された溶接パラメータのセットを用いて以前に得られた溶接の全体の品質を定量化する、段階、(b)前記溶接行程を実行するために用いる選択された溶接パラメータのセットに関する入力をユーザから受信する段階、(c)前記入力に対応する選択された溶接パラメータのセットを用いて、前記溶接行程を実行する段階、を有する。

【0076】

例示的な一実施形態では、選択された溶接パラメータのセットの各々を用いた溶接行程の実行に関連付けられたコストは、ユーザに提示される。例示的な一実施形態では、方法は、(d)ユーザから、最小許容可能品質スコアを特定する入力を受信する段階、(e)前記最小許容可能品質スコアより低い関連付けられた品質スコアに対応する選択された溶接パラメータのセットの全てをフィルタリングして除去する段階、を更に有する。

【0077】

例示的な一実施形態では、方法は、(d)ユーザから、許容可能品質スコアの範囲を特定する入力を受信する段階、(e)許容可能溶接品質スコアの範囲に含まれない関連付けられた品質スコアに対応する選択された溶接パラメータのセットの全てをフィルタリングして除去する段階、を更に有する。

【0078】

全体的な発明概念の多数の態様は、更なる実施形態と同様に、以下の例示的な実施形態の詳細な説明から、特許請求の範囲から、及び添付の図面から直ちに明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0079】

全体的な発明概念は、実施形態及びその利点と共に、以下に詳細に例である図面を参照して記載される。

【図1】例示的な一実施形態によるアーク溶接機のモニタを示すブロック図及びコンピュータのフローチャート又はプログラムを結合したものである。

【図2】例示的な一実施形態による、波形生成器からの、固定及び可変期間の両方の時間セグメント又は状態に分割されたコマンド波形を示す電流コマンド・グラフである。

【図3】例示的な一実施形態による、破線で示された重畳された実際のアーク電流パラメ

10

20

30

40

50

ータを有するアーク電流に対する実際のコマンド信号の電流グラフである。

【図 4】例示的な一実施形態による、図 2 及び図 3 に示された溶接パラメータの代わりに溶接機内部の信号を監視するための本発明の態様のブロック図である。

【図 5】波形、ワイヤ送りコマンド信号、及び図 4 に示された例示的な実施形態で経験された実際のワイヤ送りコマンド信号を示す時間に基づくグラフである。

【図 6】例示的な一実施形態による、レベル監視特徴を示すパラメータ曲線の一部である。

【図 7】例示的な一実施形態による、図 2 及び図 3 に示された波形の選択された状態中の安定性に対する処理を示すブロック図及びコンピュータのフローチャート又はプログラムである。

10

【図 8】図 1 に示された例示的な実施形態のレベル監視期間からの情報を処理するためのブロック図及びコンピュータのフローチャート又はプログラムである。

【図 9】例示的な一実施形態による、サンプリングされた溶接データ・パラメータを重み付けする重み付け方法を示すフローチャートである。

【図 10】例示的な一実施形態による、概念的な生産ラインの図である。

【図 11】例示的な一実施形態による、指示の方法を示すフローチャートである。

【図 12】例示的な一実施形態による、学生を監視するシステムを示すブロック図である。

。

【図 13】例示的な一実施形態による、学生を監視する方法を示すフローチャートである。

20

。

【図 14 A】例示的な一実施形態による、溶接行程のコスト分析で用いられる例示的なデータを示すテーブルである。

【図 14 B】例示的な一実施形態による、溶接行程のコスト分析で用いられる例示的なデータを示すテーブルである。

【図 15】例示的な一実施形態による、溶接条件、溶接機及び溶接行程を関連付けるプリセット・データを示すテーブルである。

【発明を実施するための形態】

【0080】

全体的な発明概念は多くの異なる形式の実施形態の影響を受けやすいが、本開示は全体的な発明概念の原理の単なる例示として考えられるべきであるという理解と共に、図面に示され、その特定の実施形態が本願明細書に詳細に記載される。したがって、全体的な発明概念は、本願明細書に説明される特定の実施形態に限定されない。さらに、米国特許番号第 5,278,390 号及び第 6,441,342 号は、特定の態様及び / 又は全体的な発明概念の一層の理解を容易にする背景を提供しうるので、参照されることによりそれらの全体が本願明細書に組み込まれる。

30

【0081】

以下は、本開示を通じて用いられる例示的な用語の定義である。全ての用語の単数及び複数の形式の両方が各々の意味に包含される。

【0082】

「ロジック」は、本願明細書で用いられる「回路」と同義で、機能又は動作を実行するためのハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア及び / 又はそれぞれの組合せを含むがこれらに限定されない。例えば、所望の用途又は必要に基づき、ロジックは、ソフトウェア制御されるマイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路 (ASIC) のような個別ロジック、又は他のプログラムされた論理素子を含みうる。幾つかの例では、ロジックは、完全にソフトウェアとして実施されうる。

40

【0083】

本願明細書で用いられる「ソフトウェア」又は「コンピュータ・プログラム」は、コンピュータ又は他の電子機器に機能、動作及び / 又は動きを実行させる 1 又は複数のコンピュータ可読命令及び / 又は実行可能命令を含むがこれらに限定されない。命令は、別個のアプリケーション又はダイナミック・リンク・ライブラリからのコードを含むルーチン、

50

アルゴリズム、モジュール又はプログラムのような種々の形式で実施されてもよい。ソフトウェアは、スタンドアロン型プログラム、機能呼び出し、サブレット、アプレット、メモリに格納された命令、オペレーティング・システムの一部又は他の種類の実行可能命令のような種々の形式で実施されてもよい。ソフトウェアの形式は、例えば所望のアプリケーションの要件、ソフトウェアが実行される環境及び／又は設計者／プログラムの要望等に依存することが、当業者に理解されるだろう。

【 0 0 8 4 】

本願明細書で用いられる「コンピュータ」又は「処理装置」は、データを格納し、読み出し及び処理できる任意のプログラムされた又はプログラム可能な電子機器を含むが、これらに限定されない。

10

【 0 0 8 5 】

全体的な発明概念の種々の例示的な実施形態及び全体的な発明概念を用いるアプリケーションを示す図面を参照する。図 1 は、ブロック図及び電気アーク溶接機 10 内の標準的なオンボード・コンピュータにより実施されるフローチャート又はプログラムを示す。例えば、溶接機 10 は、オハイオ州のクリーブランドにある The Lincoln Electric Company により販売されているインバータ電気アーク溶接機である Power Wave であってもよい。標準的な技術によると、溶接機 10 は、電流を電源 12 に向ける 3 相電気入力 L1、L2、L3 を有する。オンボード・コンピュータ制御部は、インバータ電源を動作して、端子 14 に正電位を端子 16 に負電位を生成する。

【 0 0 8 6 】

20

選択されたアーク溶接行程は、選択された予め決定された波形を、標準平滑インダクタ 18 を有するとして示された実際の溶接回路に向けることにより実行される。溶接機 10 は、モータ 26 の速度で動作されるフィード 24 により所望のレートで駆動されるリール 22 からの前進する溶接ワイヤ 20 の間で電気アーク溶接行程を実行する。アークの熱はワイヤ 20 及び加工中製品 30 を溶かし、ワイヤからの溶解した金属を加工中製品に溶着させる。溶接行程の実際のパラメータを監視するために、シャント 32 は出力信号 Ia をブロック 34 からライン 34a に供給する。この信号は、任意の所与の時間における実際のアーク電流を表す。同様に、ワイヤ 20 と加工中製品 30 との間の電圧はブロック 36 により検知されるので、ライン 36a への出力 Va は、瞬間アーク電圧であり、第 2 の溶接パラメータを構成する。図 1 に示された溶接パラメータは、実際のアーク電流 Ia 及び

30

【 0 0 8 7 】

本発明を実施するために制御される別のパラメータは、モータ 26 の回転により引き起こされるワイヤ送り速度 (WFS) である。したがって、溶接行程の 3 つの外部から読み出し可能な溶接パラメータは、ライン 34a のアーク電流 Ia、ライン 36a のアーク電圧 Va 及び後述するようにライン 46b で読み出し可能なワイヤ送り速度 WFS である。ライン 46b の WFS は、フィード・ギア・ボックスの駆動ロール 24 に接続された又は代替としてワイヤに取り付けられた受動ホイールにあるタコメータ又はエンコーダ 46c により読み取られる。図 1 では、タコメータはフィード・ロールにより駆動されるとして示される。また、タコメータは例えばモータ 26 の出力シャフトにより駆動されうる。

40

【 0 0 8 8 】

Power Wave 電気アーク溶接機は、一連の素早く繰り返す波形を生成するために波形生成器を有する。各波形 (例えば、電圧 / 電流波形の単一のシーケンス) は、サイクル時間を有する溶接サイクルを構成する。これらの溶接サイクルは、溶接行程中に繰り返され、溶接時間を定める。Power Wave 溶接機 10 の一実施形態は、米国特許番号第 5,278,390 号、Blankenship に示される。この特許では、溶接機は、電源 12 によりコマンド・ライン 42 を通じて出力されるべき個々の波形を及びコマンド・ライン 44 を通じてモータ 26 の速度を制御する。コマンド・ライン 44 は、モータ 26 のワイヤ駆動制御部 46 にあるマイクロプロセッサにより認識されライン 46a にモータ電圧駆動 PWM パルス

50

を出力するための信号を有する。実際には、ライン 44 の情報はデジタルであり、ライ

ン 4 6 a のコマンド信号はアナログである。波形生成器 4 0 は、ライン 4 2、4 4 に、溶接機 1 0 により実行されるべき所望の溶接行程を制御するためのデジタル信号を生成する。外部パラメータ I a、V a 及び W F S は、適切な監視装置により読み出すことができる。

【 0 0 8 9 】

波形生成器 4 0 は、出力波形のそれぞれを一連の時間セグメント部分又は状態に分割又はセグメント化する。例示的な一実施形態によると、モニタ M は、特に波形の 1 つの選択されたセグメント中にパラメータを読み出すために、溶接機 1 0 のコンピュータにロードされるプログラムである。モニタ M は、ソフトウェア、ハードウェア及びそれらの組合せを用いて、全体的な発明概念の精神及び範囲から逸脱することなく、実施されうる。監視されている波形の部分は、波形生成器 4 0 により決定される。実際に、モニタ M は、生成器 4 0 により出力される波形の種々の時間セグメント又は状態を監視する。実際に、波形生成器 4 0 は、波形を形成する時間セグメントの幾つかを選択し、種々の状態をコマンド・インタフェース 7 0 に出力する。したがって、コマンド・インタフェース 7 0 は、生成器により出力される各波形の選択された時間セグメント中にパラメータを測定させる。コマンド・インタフェース 7 0 の情報又はデータは、監視されている 1 又は複数の状態、種々のパラメータ I a、V a の特定の値若しくはレベル、及び / 又は W F S を含む。

【 0 0 9 0 】

モニタ M のインタフェース 7 0 は、読み出されている溶接パラメータに対する値と一緒に、処理されている特定の状態を認識するデータを含む。インタフェース 7 0 のデータは、レベル・バイアスのパラメータの関係を決定するレベル段 8 1 により分析される。実際のパラメータは、生成器 4 0 からの波形の選択された状態中に訓練又は測定されたパラメータと比較される。波形の特定のセグメント又は状態中に、レベル・モニタ段 8 1 は、ライン 4 3 a、3 6 a 及び 4 6 b の実際のパラメータを読み出す。実際のパラメータのこれらの瞬間値は、レポート・ロジック 8 2 として特定される内部メモリに格納される。実際のパラメータの読み取りは、発振器 8 4 により指示されるように迅速に生じる。例示的な一実施形態では、実際のパラメータの読み取りは、パルス溶接では 1 2 0 k H z のレートで生じる。しかしながら、レートは調整でき、レートが高いほどレベル測定の感度が良い。レベル・モニタ 8 1 は、実際の溶接パラメータの偏差を最小又は最大レベルのいずれかから決定する。この方法では、実際の値が格納されるだけでなく、最小レベル又は最大レベルと比較した、所与の状態についてのパラメータの実際の読み取り値の偏差を表すデータが格納される。レポート・メモリ又はロジック 8 2 は、波形の所与の状態中の設定レベルからの偏差及び波形の選択された状態中の実際のレベルを記録する。全溶接サイクルの間、これらの読み取り値は、溶接の品質又は溶接欠陥の傾向を決定するために、蓄積され、カウントされ又はその他の場合には処理される。

【 0 0 9 1 】

例示的な一実施形態では、読み取り値（例えば、周期的に蓄積された読み取り値のセット）は、複数の基準に基づき重み付けされる。読み取り値は、例えば 2 5 0 m s 毎に蓄積されうる。例示的な一実施形態では、あるセットは、そのセットの期待値（例えば、所定の閾、平均値）からの偏差の大きさ及び対応する波形に対する時間セグメントへの時間的貢献に基づき重み付けされる。このような重み付け方法（例えば、図 9 に示され以下に記載される重み付け方法 9 0 0 ）は、例えばレベル・モニタ段 8 1 又は任意の同様の若しくは関連するデータ処理段で実施され得る。

【 0 0 9 2 】

安定性モニタ段 9 1 は、ライン 3 4 a、3 6 a 及び 4 6 b の実際の溶接パラメータを、発振器 9 4 により決定される急速なレートで読み取る。例示的な一実施形態では、実際のパラメータの読み取りは、パルス溶接では 1 2 0 k H z のレートで生じる。安定性モニタ段 9 1 は、標準偏差又は出力されている波形の状態中の絶対偏差に対して実際の溶接パラメータを分析する。レポート・メモリ又はロジック 9 2 は、波形の所与の状態中のこの偏差及び波形の選択された状態中の実際の値を記録する。全溶接サイクルの間、これらの読

10

20

30

40

50

み取り値は、溶接の品質又は溶接欠陥の傾向を決定するために、蓄積され、カウントされ又はその他の場合には処理される。

【 0 0 9 3 】

例示的な一実施形態では、読み取り値（例えば、周期的に蓄積された読み取り値のセット）は、複数の基準に基づき重み付けされる。読み取り値は、例えば 2 5 0 m s 毎に蓄積されうる。例示的な一実施形態では、あるセットは、そのセットの期待値（例えば、所定の閾、平均値）からの偏差の大きさ及び対応する波形への時間セグメントの時間的貢献に基づき重み付けされる。このような重み付け方法（例えば、図 9 に示され以下に記載される重み付け方法 9 0 0 ）は、例えば安定性モニタ段 9 1 又は任意の同様の若しくは関連するデータ処理段で実施され得る。

10

【 0 0 9 4 】

幾つかの波形は、モニタ段 8 1 又はモニタ段 9 1 のいずれかをを用いるとき、スキップされうる。例示的な一実施形態では、開始シーケンスの後、全ての波形は、波形の種々の選択された状態中の実際の溶接パラメータを分析するために監視される。溶接行程中の所与の波形の幾つかの状態は監視され、その結果はレベル適合性、傾向及び安定性について分析されるべき状態毎に別個に記録される。安定性を測定するとき、I a、V a 及び / 又は W F S を評価するために、標準偏差アルゴリズムがモニタ M で用いられる。この情報は、所与のサイクル時間を有する全溶接サイクルを形成する波形の種々のセグメントのそれぞれを分析するために利用可能である。実際に、パルス波形中のピーク電流のような特定の状態は、パルス溶接行程の安定性及びレベル偏差を決定するために監視される。S T T 溶接行程では、モニタ M は、波形毎に短絡時間を記録する。これらのセグメントは、溶接行程の外部条件に従って時間と共に変化するからである。短絡時間の変化は、溶接技術者に実施されるべき調整を知らせる。

20

【 0 0 9 5 】

標準的な波形生成器 4 0 により生成された一連の素早く繰り返す波形は、図 2 及び図 3 に示されるように、時間状態に分割される。出力電流コマンド波形は、図 3 に示される固定時間期間のセグメント A を有するピーク電流 1 0 2 及び図 3 に示される可変時間期間のセグメント B を有するバックグラウンド電流 1 0 4 を有するパルス波形 1 0 0 である。波形は、時間 $t_1 \sim t_4$ でセグメントに分割され、コマンド・インタフェース 7 0 は所与の時間に生成器 4 0 により処理されている特定の状態を受信する。図 3 に破線 1 1 0 により示されるように、図 1 のシャント 3 3 からの実際のアーク電流は、波形 1 0 0 のコマンド電流信号から逸脱している。

30

【 0 0 9 6 】

状態 A 又は状態 B のような選択された機能状態中、実際のアーク電流 I a は、発振器 8 4 又は発振器 9 4 により決定されたレートで読み出される。実際に、これは単一のソフトウェア発振器である。レベル・モニタ段 8 1 は、実際のパラメータ 1 1 0 と波形 1 0 0 のコマンド・レベルとの間の縦座標方向の偏差を記録する。選択された状態中、安定性モニタ段 9 1 は、実際のパラメータの統計標準偏差を読み取る。状態 A 及び B は、通常、パルス溶接行程の間に監視される。しかしながら、 $t_1 \sim t_2$ の間のランプアップ状態及び / 又は $t_3 \sim t_4$ の間のランプダウン状態は、波形のこれらの状態中の実際のパラメータの活動を制御し又は少なくとも読み取るために監視されうる。図示されるように、バックグラウンド時間セグメント B は、時間 t_1 の可変時間位置により示されるように、可変時間を有する。したがって、監視されている状態は、固定時間期間又は可変期間を有しうる。可変期間の場合、状態は期間の終了まで監視される。レポート・ロジック 8 2 は、これがある時間、つまり t_4 から、次に続く時間、つまり t_1 までのレベルとして検知する。時間 t_1 が時間 t_4 に対して変化すると、各波形のこの時間は、生成器 4 0 の溶接モードの選択によりインタフェース 7 0 から得られた、既知の時間と比較されるレベルとして記録される。

40

【 0 0 9 7 】

モニタ M は、波形の特定の選択された状態中の実際の溶接パラメータを監視する。しか

50

しながら、モニタは、安定性及び／又はライン 4 6 a のモータ 2 6 への実際の入力のような内部信号のレベル特性を決定するようコンピュータを動作させるためのプログラムも有する。このようなライン 4 6 a の信号の内部監視は、図 5 に示される信号を用いて図 4 に示されるフローチャートで説明される。

【 0 0 9 8 】

ワイヤ・フィード内のマイクロプロセッサは、エラー増幅器と同様の P I D 比較ネットワークであるサブルーチンを有する。この P I D 比較器は、図 4 にブロック 1 5 2 として概略的に図示され、ワイヤ送り速度 W F S である第 1 の入力 4 6 b 及びライン 4 4 のコマンド信号を有する。ライン 4 6 b の実際の W F S は、フィード・ギア・ボックスの駆動ロール 2 4 に接続された又は代替としてワイヤに取り付けられた受動ホイールにある W F S を読み取るためのタコメータ又はエンコーダにより読み取られる。P I D の出力 1 5 6 は、パルス幅変調器の入力における電圧レベルであり、フィードのマイクロプロセッサでデジタル化される。パルス幅変調器の出力は、ライン 4 6 a 上に現れ、フィード 2 4 のワイヤ送り速度を制御するためのモータ 2 6 へのコマンド信号である。

【 0 0 9 9 】

例示的な一実施形態によると、モニタ M は、図 4 に概略的に示される処理プログラムを有する。図 4 では、ライン 1 5 6 の信号は、処理ブロック 1 6 0 により読み取られ、図 1 に示された実施形態に関して上述したように、その結果はライン 1 6 2 に出力され、レベル・モニタ段 8 1 及び／又は安定性モニタ段 9 1 へ入力される。したがって、ライン 1 5 6 の内部信号は、この内部信号のレベル及び／又はこの信号の安定性を調べるために、1 k H z を超える速いレートで読み取られる。

【 0 1 0 0 】

図 5 に示されるように、パルス溶接のための波形 1 0 0 は、生成器 4 0 からの一連の波形として広がる。ワイヤ送り速度に関して、ライン 4 0 に現れる生成器 4 0 からのコマンド信号は、図 5 に示される形状をとる。コマンド信号は、先頭のランプアップ部 1 7 0 及び最後のランプダウン部 1 7 2 を有する。これら 2 つの部分は、ライン 4 4 に現れるコマンド信号の大幅な増大又は減少を引き起こす。ライン 4 4 に現れる信号のこれらの異常なコマンド部分の間に、ライン 1 5 6 に現れるこの内部信号の安定性及び／又はレベル偏差を試験する目的で用いられる一様なレベルのワイヤ送り速度コマンドが存在する。図 5 では、ワイヤ加速部分 1 7 0 は、速度が安定するまで保たれる。この時間も監視される。他の内部信号は、図 4 及び図 5 に示されるのと同じ概念を用いて監視することができる。レベル・モニタ段は、ライン 1 5 6 に現れる信号が長期間の間に最小又は最大を超えるかどうかを決定する。ワイヤ・フィードでは、これは、通常、フィード・システムが詰まっていることを示す。

【 0 1 0 1 】

図 6 は、レベル・モニタ段の概念を示す。図 6 では、閾 1 8 0 は最大パラメータ・レベルであり、閾 1 8 2 は最小パラメータ・レベルである。アーク電流として示されたパラメータが過渡状態 1 8 4 により示される閾 1 8 0 を超えるとき、過電流の記録されたイベントがある。同様に、電流が過渡状態 1 8 6 により示される最小レベル 1 8 2 より小さいとき、不足電流のイベントが記録されている。さらに、これらのイベントは、複数の基準に基づき重み付けされうる。例示的な一実施形態では、各イベントは、そのイベントの期待値（例えば、所定の閾、平均値）からの偏差の大きさ及び対応する波形に対する時間セグメントへの時間的貢献に基づき重み付けされる。このような重み付け方法（例えば、図 9 に示され以下に記載される重み付け方法 9 0 0 ）は、例えばレベル・モニタ段 8 1、安定性モニタ段 9 1 又は任意の同様の若しくは関連するデータ処理段で実施され得る。

【 0 1 0 2 】

重み付けされたイベントは、図 1 に示されるようなレベル・モニタ段 8 1 の出力を供給するためにカウントされるか又は定期的に蓄積される。重み付けされたイベントは、例えば 2 5 0 m s 毎に蓄積されうる。したがって、レベル・モニタ段 8 1 は、プリセットされた閾より高い偏位 1 8 4 及びプリセットされたレベルより低い偏位 1 8 6 を検出する。こ

これらのレベルは、インタフェース 70 の特定の状態により設定される。波形の幾つかの状態は閾を有するレベル・モニタ段 81 を用いる。また、同一の波形の他の状態は、安定性モニタ段 91 を用いてもよい。望ましくは及び実際には、両方のモニタ段が、選択された状態又はモニタ M により調べられている波形の状態に対して用いられる。

【0103】

図 1 に示される実施形態は、生成器 40 からの波形の選択された状態中の又は図 4 及び図 5 の開示と関連付けながら説明された全ての溶接中の内部制御信号の実際のパラメータのレベル及び / 又は安定性を監視する。図 1 のモニタ M は、上述のように、溶接サイクル又は作業時間期間に渡る溶接機の全動作を分析するのに用いるための重み付けされたデータを供給する。種々の分析プログラムは、データが決定され格納された後に、データを処理するために用いられる。例示的な一実施形態によると、モニタ段 91 からの重み付けされた安定性データは、図 7 に示される 2 つのプログラムにより分析される。調停又は評価を記録し、表示し及び処理するために種々のコンピュータ・プログラムで安定性データを分析することは当業者の能力の範囲内である。

【0104】

図 7 に示されるように、分析プログラム 200 は、モニタ M のモニタ段 91 の結果（つまり、重み付けされた安定性の値）を用いる。例として、プログラム 200 は、時間 $t_2 \sim t_3$ の間の時間状態を監視している間に動作する。時間 $t_2 \sim t_3$ の間は、図 2 及び図 3 に示されるような波形の電流ピーク部分である。分析プログラム 200 は、ピーク電流状態中の安定性段 91 の結果を分析するために用いられる 2 つのシステムを示すコンピュータのフローチャートとして示される。ピーク電流状態では、ライン 34a の実際の電流の統計標準偏差が計算される。実際に、モニタ段 91 の前の僅かな遅延が計算された偏差を生む。状態 $t_2 \sim t_3$ の間の I_a を読み取るがその他の場合に I_a を無視するサンプル選択特徴は、サンプル・セクタ又はフィルタ 90a として図示される。フィルタ 90a に組み込まれる時間セグメント $t_2 \sim t_3$ の始めにおけるこのプログラムの遅延は、モニタに、出力波形の種々の段階の各レベル・シフト中に経験される電流の変動を無視させる。

【0105】

図 7 に示すプログラムのフローチャートでは、モニタ段 91 から出力された安定性は、ブロック 210 として示されたコンピュータ・プログラムにより読み取られる。ブロック 210 は、時間 t_3 の存在により決定される各波形の終わりにおけるライン 210a 上の論理により示されるようにリセットされる。したがって、各波形の安定性は、ブロック 210 によりキャプチャされる。このキャプチャされた安定性データは、2 つの別個の分析プログラムに従って処理される。

【0106】

第 1 のプログラムは、合格分析ルーチン 212 を有する。所与の波形の安定性がブロック 212 で設定された所望の閾に合格した場合、この情報はライン 214 に出力される。特定の波形が所望の閾より低い安定性を有する場合、論理信号がライン 216 に現れる。カウンタ 220、222 は、各溶接サイクル中にライン 224 上の論理 (logic) によりイネーブルされる。したがって、溶接サイクル中の各波形についての安定性合格信号は、カウンタ 220 又はカウンタ 222 のいずれかでカウントされる。勿論、パラメータ I_a を安定させるために、各状態の第 1 の部分 $t_2 \sim t_3$ は無視される。2 つのカウンタの結果は、それぞれ読み取りブロック 220a、222a により示されるように、読み取られ、格納され、又はその他の場合には保持される。例示的な一実施形態では、カウンタ段 222 により累積された不安程度が所望の数を超えた場合、ブロック 226 により示されるように溶接サイクルは拒否される。

【0107】

図 7 に示されるコンピュータ・プログラム 200 の第 2 の分析の実施は、ブロック 230 として示される。これは、溶接サイクル中にイネーブルされるプログラムである。全波形中に累積された溶接サイクルの全ての不安程度は、累計として分析される。ここで、累

10

20

30

40

50

計 1 0 0 が最も安定したアークである。この安定性累積器及び分析段の出力は、ブロック 2 3 6 により示されるように、読み取られ、格納され又はその他の場合には保持される。読み取り段 2 3 4 が設定された安定性より低い場合、ブロック 2 3 8 により示されるように溶接サイクルは拒否される。当業者は、安定性段 9 1 からのモニタ M の結果を分析する他のプログラムを設計することができる。コンピュータ・プログラム 2 0 0 は、得られた重み付けされた安定性データを分析するための 2 つの実装を示す。2 つの実装は、モニタが検出するアーク安定性の特性又は溶接品質の問題に依存して、選択的に（いずれか一方若しくは他方、又は両方を）イネーブルすることができる。変動するパルスにわたる安定性は得られないので、波形の選択された状態のみの安定性を読み取ることは有利である。

【 0 1 0 8 】

他の例示的な実施形態によると、モニタ M のレベル・モニタ段 8 1 の結果（つまり、重み付けされた読み取り値）を分析するためのコンピュータ・プログラムは図 8 に示される。この図示された実施形態では、レベル分析プログラム 2 5 0 は、フィルタ 8 0 c を有する最小値モニタ段 8 1 a 及びフィルタ 8 0 d を有する最大値モニタ段 8 1 b として特定される 2 つの別個のルーチンでモニタ・レベル段 8 1 からの出力を処理する。これらの段のいずれか 1 つは、別個に又は実際には組み合わせられて用いることができる。サブセクション 8 1 a は、図 6 に示された過渡状態 1 8 6 の決定に関連する。過渡状態 1 8 6 は、実際のパラメータが最小の閾 1 8 2 より低いというイベントである。生成器 4 0 からのライン 2 0 2 a への最小レベルは、段 8 1 a がプログラム・ステップ 2 5 2 により選択されるときに用いられる。これらのイベントは、ブロック 2 5 4 により、図のように各溶接サイクルについてカウントされる。カウンタは、ライン 2 5 4 a 上の論理により溶接サイクル中にイネーブルされる。カウンタ 2 5 4 は、溶接サイクルで用いられる波形の現在の総数（running total）である。波形の数は、ライン 2 5 8 により示されるように、生成器 4 0 の出力からの時間 t 3 の発生をカウントすることにより得られる。前述のように、状態の第 1 の部分は、通常、任意の特定の状態の始まりにおいて通常の矛盾を除去するために無視される。ブロック 2 6 0 は、コンピュータのフローチャートのサブルーチンであり、カウンタ 2 5 6 からの数 N により分割されたモニタ段 8 1 a からの累積された最小値イベント 1 8 6 を分割するためのものである。これは、溶接サイクル中の最小遷移の平均を提供し、この平均はサブルーチン 2 6 2 に提供される。平均最小遷移は、ブロック 2 6 2 a により示されるように、読み取られ、格納され又はその他の場合には出力される。平均が波形生成器により又はプログラム・ステップ 2 6 4 により提供された特定の閾数より高い場合、プログラム・ルーチン 2 6 6 は、溶接サイクルが許容できないと決定する。許容できる場合、如何なる動作も行われぬ。しかしながら、許容ルーチン 2 6 6 が平均は単に数 2 6 4 に近付いているだけであると決定した場合、ブロック 2 6 6 a により警告信号が提供される。合計の許容不可度は、ルーチン 2 6 6 b により溶接拒否信号を提供する。当業者は、最小電流偏差又は設定された閾に関連する場合に実際のパラメータの遷移の分析をもたらし他のコンピュータ・プログラムを考案しうる。

【 0 1 0 9 】

図 8 では、最大値モニタ段 8 1 b は、最小値段 8 1 a と連動して動作する。最小レベルは生成器 4 0 からライン 2 0 2 b に現れ、段 8 1 b がプログラム 2 7 0 により選択されるときに用いられる。データと同様に、情報及びプログラミングは同じ番号を保持する。カウンタ 2 7 2 は、状態 t 2 ~ t 3 の間のイベント 1 8 4 の数をカウントする。サブルーチン 2 8 0 は、溶接サイクル中に形成された種々の波形の間のイベント 1 8 4 の平均を提供する。ブロック 2 8 2 でのこの平均は、ブロック 2 8 2 a により示されるように、読み取られ、格納され又はその他の場合には用いられる。ブロック 2 8 6 で許容サブルーチンが処理される。ブロック 2 8 6 では、生成器 4 0 から出力されるか又はコンピュータ・プログラムにより導入されたブロック 2 8 4 により示された数が、ブロック 2 8 2 からの平均と比較され、平均がブロック 2 8 4 により示された設定された数に近付くと、ブロック 2 8 6 a により示されるように警告信号を提供する。その数に達した場合、ブロック 2 8 6 b により示されるように拒否サブルーチンが実施される。

【 0 1 1 0 】

実際に、段 8 2 a 及び段 8 1 b は一緒に実装され、ブロック 2 6 2 及び 2 8 2 からの両方の過渡期の平均は、読み取られた許容数により分析され、所与の溶接サイクルの警告及び / 又は拒否を与える。したがって、実際に、最小レベルの偏差が分析され、最大レベルの偏差が分析され、そして総レベル偏差が分析される。図 8 に概略的に図示されるように、これら全てはコンピュータ・プログラムにより達成される。レベル段 8 1 a、8 1 b はレベル条件を出力し、該レベル条件は、レポート・ロジック 8 2 に関して議論したように、格納され及び / 又は表示される。レベル段 8 1 a、8 1 b により出力されたレベル条件は、本願明細書で議論されるように、重み付けされうる。

【 0 1 1 1 】

10

上述の点を考慮して、大きさ及び時間的貢献の重みを用いることは、パラメータの安定性及び全体の溶接品質のより正確な測定をもたらす。このように、溶接の全体の品質を定量化するために、理解しやすい数値又はスコアが計算される。例示的な一実施形態では、0 ~ 1 0 0 又は 0 % ~ 1 0 0 % の間の溶接スコアは、図 1 に示された例示的な実施形態により監視されるような被監視溶接条件又はパラメータに基づく溶接のために計算される。このような重み付け方法（例えば、図 9 に示され以下に記載される重み付け方法 9 0 0 ）は、例えばレベル・モニタ段 8 1、安定性モニタ段 9 1 又は任意の同様の若しくは関連するデータ処理段で実施され得る。

【 0 1 1 2 】

20

図 9 は、例示的な一実施形態による重み付け方法 9 0 0 を示す。重み付け方法は、例えばモニタ M で実施されうる。重み付け方法 9 0 0 の最初の段階 9 0 3 で、溶接サイクルの波形は、一連の時間セグメント化された部分又は状態に分割される。次に、段階 9 0 4 で、複数の状態のうちの少なくとも 1 つの状態に対応する溶接パラメータ（例えば、ボルト数、アンペア数）は、所与のレートでサンプリングされる。例示的な一実施形態では、サンプリング・レートは 1 2 0 k H z である。例示的な一実施形態では、サンプリング・レートは 1 2 0 k H z 以上である。例示的な一実施形態では、サンプリング・レートは、割り込み処理ルーチン（ I S R ）処理のための割り込みを生成するために用いられうる。

【 0 1 1 3 】

30

サンプリングされた溶接パラメータは、溶接データを計算するために用いられる。例示的な重み付け方法 9 0 0 では、溶接データは、実行数、ボルト数の和、ボルト数の二乗の和、アンペア数の和、アンペア数の二乗の和を含む。実行数はゼロから開始し、サンプリング周期毎に（例えば 1 2 0 k H z 毎に）1 だけ増加される。ボルト数の和及びアンペア数の和は、ゼロで始まり、各サンプリング周期でサンプリングされたボルト数及びサンプリングされたアンペア数だけそれぞれ増加される。同様に、ボルト数の二乗の和及びアンペア数の二乗の和は、ゼロで始まり、各サンプリング周期でサンプリングされたボルト数の二乗及びサンプリングされたアンペア数の二乗だけそれぞれ増加される。

【 0 1 1 4 】

40

所定のサンプリング周期の後、段階 9 0 6 で、サンプリングされた溶接データは、更なる処理（以下に記載される）のために通過し、溶接データの値はゼロにリセットされ、サンプリング処理（つまり、段階 9 0 4 ）が繰り返される。例示的な一実施形態では、サンプリング・レートは 2 5 0 m s である。サンプリングされた溶接データの収集の各々は、分析パケットを形成する。分析パケットの更なる処理の後（例えば、2 5 0 m s 毎）、対応する状態に対する現在の溶接品質の格付けを表す追加の溶接データが利用可能である。この追加の溶接データは、グラフに表され及び / 又は平均化されうる。溶接の長さ（つまり、溶接サイクル）に渡るこれらの格付けの平均は、溶接に対する全体の品質指標を提供する。

【 0 1 1 5 】

段階 9 0 6 で生じる各分析パケットの溶接データの更なる処理は、サンプリングされた各状態について、追加の溶接データの計算をもたらす。追加の溶接データは、実行数、ボルト数の平均、ボルト数の二乗平均平方根（ R M S ）、ボルト数の分散、アンペア数の平

50

均、アンペア数の R M S、アンペア数の分散を含む。追加の溶接データの実行数の値は、溶接データの実行数の値からコピーされる。ボルト数の平均は、(溶接データからの)ボルト数の和を実行数で割って計算される。ボルト数の R M S は、(溶接データからの)ボルト数の二乗の和を実行数で割ることにより得られた商の平方根として計算される。ボルト数の分散は、ボルト数の R M S からボルト数の平均を減算して計算される。アンペア数の平均は、(溶接データからの)アンペア数の和を実行数で割って計算される。アンペア数の R M S は、(溶接データからの)アンペア数の二乗の和を実行数で割ることにより得られた商の平方根として計算される。アンペア数の分散は、アンペア数の R M S からアンペア数の平均を減算して計算される。

【 0 1 1 6 】

10

段階 9 0 6 の後、後続の処理は、現在の溶接が、溶接品質パラメータを決定するのに用いられるべき訓練の溶接か又はそのような溶接パラメータに対して評価されるべき通常の溶接かに依存する。したがって、段階 9 0 8 で、現在の溶接が訓練の溶接か通常の溶接かが決定される。例示的な一実施形態では、デフォルト条件は、(例えば、ユーザ入力により)他に指示がない限り、溶接が通常溶接であることである。

【 0 1 1 7 】

段階 9 0 8 で現在の溶接が訓練の溶接であると決定された場合、次の追加の溶接データの値は、訓練の溶接のかかなりの部分(例えば 2 0 ~ 3 0 秒)のために保存される。つまり、実行数、ボルト数の平均、ボルト数の分散、アンペア数の平均及びアンペア数の分散である。一方で、他の溶接データの値及び追加の溶接データの値は無視される。訓練の溶接のかかなりの部分は、訓練期間である。例示的な一実施形態では、訓練期間は、少なくとも 8 0 個の連続する分析パケット(つまり、サンプリング期間)に対応する。

20

【 0 1 1 8 】

その後、段階 9 1 0 で、溶接品質パラメータは、訓練期間中に保存された追加の溶接データの値を用いて計算される。例えば、次の溶接品質パラメータは、各サンプリング状態について計算される。つまり、品質実行数平均(quality execution count average)、品質実行数標準偏差(quality execution count standard deviation)、品質ボルト数平均(quality voltage average)、品質ボルト数標準偏差(quality voltage standard deviation)、品質アンペア数平均(quality amperage average)、品質アンペア数標準偏差(quality amperage standard deviation)、品質ボルト数分散平均(quality voltage variance average)、品質ボルト数分散標準偏差(quality voltage variance standard deviation)、品質アンペア数分散平均(quality amperage variance average)、及び品質アンペア数分散標準偏差(quality amperage variance standard deviation)である。

30

【 0 1 1 9 】

品質実行数平均は、訓練期間中に処理された全ての分析パケットからの実行数の平均として計算される。実行数は、整数に丸め込まれうる。品質実行数標準偏差は、訓練期間中に処理された各分析パケットからの実行数の品質実行数平均に対する標準偏差として計算される。品質ボルト数平均は、訓練期間中に処理された全ての分析パケットからのボルト数の平均として計算される。品質ボルト数標準偏差は、訓練期間中に処理された各分析パケットからのボルト数の品質ボルト数平均に対する標準偏差として計算される。品質アンペア数平均は、訓練期間中に処理された全ての分析パケットからのアンペア数の平均として計算される。品質アンペア数標準偏差は、訓練期間中に処理された各分析パケットからのアンペア数の品質アンペア数平均に対する標準偏差として計算される。品質ボルト数分散平均は、訓練期間中に処理された全ての分析パケットからのボルト数の分散の平均として計算される。品質ボルト数分散標準偏差は、訓練期間中に処理された各分析パケットからのボルト数の分散の品質ボルト数分散に対する標準偏差として計算される。品質アンペア数分散平均は、訓練期間中に処理された全ての分析パケットからのアンペア数の分散の平均として計算される。品質アンペア数分散標準偏差は、訓練期間中に処理された各分析パケットからのアンペア数の分散の品質アンペア数分散に対する標準偏差として計算され

40

50

る。上述のように、これらの品質パラメータは、確認された良好な又はその他の許容可能な溶接の送り出しに基づくとき、後続の溶接を測定する又はその他の場合に格付けするためのベンチマークとして用いることができる。

【 0 1 2 0 】

段階 9 0 8 で現在の溶接が評価溶接（つまり、品質の評価が必要な溶接）であると決定された場合、訓練の溶接とは対照的に、いかなる溶接データ又は追加の溶接データも保存される必要がない。代わりに、種々の品質計算の結果が得られ保存される。これらの品質計算は、段階 9 1 4 で、最初に種々の異常値の存在を検出することを含む。異常値は、データ点又は値が寄与する平均値から閾距離より大きく離れた該データ点又は値である。例示的な一実施形態では、異常値は、平均値からの 3 つの標準偏差の限度の外側にある値である。

10

【 0 1 2 1 】

重み付け方法 9 0 0 では、段階 9 1 4 で探し出された異常値は、実行異常値、ボルト数の異常値、ボルト数分散の異常値、アンペア数の異常値、及びアンペア数分散の異常値を含む。各被監視状態について、これらの異常値の存在を検出するために、各分析パッケージが評価される。

【 0 1 2 2 】

分析パッケージが次の関係を満たす場合、実行異常値であると考えられる：（実行数 - 品質実行数平均）の絶対値 > （3 × 品質実行数標準偏差）。分析パッケージが次の関係を満たす場合、ボルト数の異常値であると考えられる：（ボルト数平均 - 品質ボルト数平均）の絶対値 > （3 × 品質ボルト数標準偏差）。分析パッケージが次の関係を満たす場合、ボルト数の分散の異常値であると考えられる：（ボルト数分散 - 品質ボルト数分散平均）の絶対値 > （3 × 品質ボルト数分散標準偏差）。分析パッケージが次の関係を満たす場合、アンペア数の異常値であると考えられる：（アンペア数平均 - 品質アンペア数平均）の絶対値 > （3 × 品質アンペア数標準偏差）。分析パッケージが次の関係を満たす場合、アンペア数分散の異常値であると考えられる：（アンペア数分散 - 品質アンペア数分散平均）の絶対値 > （3 × 品質アンペア数分散標準偏差）。

20

【 0 1 2 3 】

これらの異常値を検出した後、各異常値の 2 段階の重み付けされた和（つまり、段階 9 1 6 及び 9 1 8）は、対応する分析パッケージの品質指標を計算するときに用いられる。

30

【 0 1 2 4 】

各異常値の重み付けにおける第 1 の段階（つまり、段階 9 1 6）は、3 つの標準偏差の限度に対する異常値の大きさにより決定される。一般に、データ点又は値の約 0.3 % は、3 つの標準偏差の限度の外側にあり、異常値と考えられる。異常値の重み付けは、その異常値の値が 3 つの標準偏差の限度より上に増大するにつれて増大する。異常値は、4 つの標準偏差で完全に 100 % に重み付けされ、5 つの標準偏差で最大 200 % に重み付けされる。一般に、完全に（つまり、100 % に）重み付けされた異常値が通常のデータ・セット中に生じる可能性は、15,787 分の 1 である。

【 0 1 2 5 】

このように、段階 9 1 6 で、各異常値は、この手法に従って重み付けされる。各実行異常値に適用されるべき重みは、（3 つの標準偏差の限度より高い量 / 品質実行数標準偏差）の絶対値として計算され、2.0 である最大の重み値を有する。各ボルト数の異常値に適用されるべき重みは、（3 つの標準偏差の限度より高い量 / 品質ボルト数標準偏差）の絶対値として計算され、2.0 である最大の重み値を有する。各ボルト数分散の異常値に適用されるべき重みは、（3 つの標準偏差の限度より高い量 / 品質ボルト数分散標準偏差）の絶対値として計算され、2.0 である最大の重み値を有する。各アンペア数の異常値に適用されるべき重みは、（3 つの標準偏差の限度より高い量 / 品質アンペア数標準偏差）の絶対値として計算され、2.0 である最大の重み値を有する。各アンペア数分散の異常値に適用されるべき重みは、（3 つの標準偏差の限度より高い量 / 品質アンペア数分散標準偏差）の絶対値として計算され、2.0 である最大の重み値を有する。

40

50

【 0 1 2 6 】

各異常値の重み付けにおける第2の段階（つまり、段階918）は、異常値の状態の実行数により決定される。特に、各異常値の値は異常値の状態の実行数で乗算され、それにより、波形全体に対する状態の時間的貢献を考慮に入れる。このように、大きい実行数（つまり、実行回数）を有する状態は、相応して重い重みを有する異常値を生じる。したがって、特定の異常値の実行時間が増大するにつれ、異常値の重みも増大する。

【 0 1 2 7 】

段階916及び918における異常値の重み付けは、最終的に重み付けされた実行異常値、最終的に重み付けされたボルト数の異常値、最終的に重み付けされたボルト数分散の異常値、最終的に重み付けされたアンペア数の異常値、及び最終的に重み付けされたアンペア数分散の異常値を含む最終的に重み付けされた異常値のセットを生成する。これらの最終的に重み付けされた異常値は、段階920で加算され、各分析バケットについて最終的に重み付けされた異常値の和を生成する。その後、段階922で、各分析バケットについて品質指標の決定は、最適な品質値から最終的な重み付けされた異常値の和を減算して最適な品質値で除算することにより得られる商として計算される。最適な品質値は、分析バケットの実行数を異常値のカテゴリ数（つまり、この例では5）で乗算したものに等しい。

【 0 1 2 8 】

したがって、瞬間的な（つまり、現在の完了した分析バケットについての）品質指標は、重み付け処理中に決定され、溶接機に伝達されるか又はその他の場合に利用される。このように、潜在的な問題をそれらが生じるときに、つまり溶接処理中に検出することができる。これは、溶接が完了した後にのみの場合、是正措置をとるには遅すぎるときとは対照的である。

【 0 1 2 9 】

さらに、溶接処理中の任意の時点までに集められた品質指標の平均は、その時点までの溶接の品質指標を決定するために平均化されうる。例えば、重み付け処理が完了した後に、全ての個々の品質指標は、平均化され、完了した溶接についての全体の品質指標、スコア、評価、格付け等を得ることができる。溶接についての全体の品質指標は、許容可能な溶接についての最小品質指標を反映する所定の品質指標（例えば、訓練の溶接から導き出される）に対して比較されうる。

【 0 1 3 0 】

このように、溶接の品質は、正確に、効率的に、一貫して及び／又は自動的にリアルタイムで又はほぼリアルタイムで決定することができる。溶接の可視検査は溶接の品質を測るために常に十分でないので、オペレータは偏差又は溶接品質全体に影響しうる溶接行程中の他の問題を検出し又は真価を認めないかもしれないので、これは特に有利である。

【 0 1 3 1 】

例示的な幾つかの実施形態では、溶接についての品質指標（つまり、溶接スコア）は、実質的に同一条件下で、自動化（例えば、ロボット利用の）溶接行程中のような実質的に同一のアーク溶接行程に従って繰り返し製造される溶接を評価するための効率的なツールである。瞬間的な周期的な及び／又は全体の溶接スコアを各溶接について計算することにより、自動品質制御行程が、アーク溶接行程に適応されうる。特に、最小許容溶接スコア又は許容可能な溶接スコアの範囲は、溶接条件及びアーク溶接行程に従って、最初に閾として識別される。その後、各溶接は、該溶接の（瞬間的な、周期的な及び／又は全体の）溶接スコアを閾と比較させ、溶接が容認されるべきか拒否されるべきかを迅速且つ正確に決定する。さらに、生産工程又は生産工程のセットの溶接スコアに渡る傾向を評価することにより、生産行程に存在する問題はより敏速に特定することができ、及び／又は生産行程はより敏速に最適化することができる。

【 0 1 3 2 】

概念的な生産ライン1000を図10に示す。図10では、第1の溶接スコアS1 1002、第2の溶接スコアS2 1004及び第3の溶接スコアS3 1006は、第1

10

20

30

40

50

の加工中製品WP1 1008、第2の加工中製品WP2 1010及び第3の加工中製品WP3 1012に、それぞれ、統合モニタM1016を有する溶接機又は溶接ステーション1014により関連付けられる。当業者は、異なる溶接が同一の加工中製品に実行されうることを理解するだろう。

【0133】

溶接スコアは、次に、各溶接が容認されるべきか拒否されるべきかを決定するために、所定の許容可能な溶接スコアの閾と比較される。この比較は、溶接機/溶接ステーションにより又は別個の装置により又は別の場所（例えば、評価ステーション1018）で行われうる。例示的な一実施形態では、溶接スコアと閾との間の比較は、手動で実行される。例示的な一実施形態では、自動及び手動の比較が実行される。例示的な一実施形態では、溶接スコアは、対応する溶接の手動検査が保証されるか否かを決定するために用いられる。例示的な一実施形態では、溶接スコアは、生産ラインの全体的な効率を決定するために少なくとも部分的に用いられる。

10

【0134】

例示的な一実施形態では、1又は複数の評価ステーション1018は、生産ライン1000に沿って位置付けられ、製造工程の特定の段階における溶接を測定する。評価ステーション1018が溶接に関する溶接スコアが所定の許容可能な溶接スコアの閾を満たすか又は超えていると決定した場合、評価ステーション1018は、容認溶接コマンド1020を発行することにより溶接を引き受ける。容認溶接コマンド1020にตอบสนองして、許容可能な溶接を有する加工中製品は、更なる処理のために生産ライン1000に沿って進み続けることができる。

20

【0135】

反対に、評価ステーション1018が溶接に関する溶接スコアが所定の許容可能な溶接スコアの閾より低いと決定した場合、評価ステーション1018は、拒否溶接コマンド1022を発行することにより溶接を拒否する。拒否溶接コマンド1022にตอบสนองして、許容不可能な溶接を有する加工中製品は、生産ライン1000から外されるか又は生産ライン1000から除去される（例えば、手動で除去される）。その後、拒否された溶接を有する加工中製品は、更なる処理、例えば拒否された溶接の修復若しくは修理、又は加工中製品全体のリサイクルをされうる。

【0136】

例示的な一実施形態では、容認溶接コマンド1020及び/又は拒否溶接コマンド1022の各々は、後に閲覧及び分析するために、ログを取られるか又は格納される。このように、溶接行程及び/又は製造工程に関する動向は、一層敏速に特定することができ、一方で溶接行程を利用した生産ラインの全体的効率を容易に向上させることができる。

30

【0137】

幾つかの例示的な実施形態では、溶接について計算された品質指標（つまり、溶接スコア）は、アーク溶接行程を手動で実行するオペレータに指示又は教示を提供する革新的なアプローチで用いることができる。特に、オペレータが溶接を作成するために溶接機（例えば、電気アーク溶接機10）を使用しているとき、瞬間的な及び/又は周期的な溶接スコアは、溶接機により（例えば、溶接機のモニタMを介して）溶接に対して決定され、現在の溶接品質に関してオペレータに直接フィードバックを提供するために用いられる。上述のように、これらの溶接スコアは、溶接の単なる視覚的検査よりも溶接品質をより正確に反映する重み付けされた統計的測定値に基づく。特に、溶接スコアは、オペレータによる是正措置が必要か否かを決定するために、所定の許容可能な溶接スコア又は許容可能な溶接スコアの範囲に対して比較される。更に、溶接スコアは、（例えば、溶接スコアの連続的な減少により証明される）許容可能な溶接スコアから離れていく傾向が存在する否かを決定するために、長期間にわたり評価される。

40

【0138】

図11は、例示的な一実施形態による指示の方法1100を示す。方法1100は、段階1102で、オペレータが溶接行程の実行を開始することで始まる。

50

【 0 1 3 9 】

溶接行程中、段階 1 1 0 4 で、溶接の現在の状態を反映するために、溶接スコアは周期的に（１又は複数のサンプリングされた又は測定されたパラメータに基づき）計算される。溶接スコアは、溶接の現在の状態を反映する瞬間的な指標として、又は溶接行程中の時間期間に渡る溶接の状態を反映する幾つかの指標の平均（測定結果に対応する）として計算される。例示的な一実施形態では、溶接スコアは、溶接行程が開始してから取られた全ての測定値を平均化することにより計算される。これは、溶接の現在の全体的な状態を反映する。

【 0 1 4 0 】

次に、段階 1 1 0 6 で、溶接スコアは、所定の閾溶接スコアと比較される。閾溶接スコアは、良好な又は許容可能な溶接状態の最小溶接スコアである。溶接スコアが閾溶接スコアより大きい又は等しい場合、段階 1 1 0 8 で、溶接の現在の状態は良好であると決定される。その他の場合、段階 1 1 0 8 で、溶接の現在の状態は不良であると決定される。

【 0 1 4 1 】

溶接の現在の状態が良好な場合、段階 1 1 1 0 で、オペレータは、溶接が良好であるという表示を提供される。この表示は、溶接行程が適正に実行されていることを示唆する。その後、段階 1 1 1 2 で、後の閲覧、分析及び／又は他の使用のために、溶接の現在の状態はログを取られる。指示の方法 1 1 0 0 は、次に上述のようにオペレータにより実行されている溶接行程を監視し続ける。

【 0 1 4 2 】

溶接の現在の状態が不良な場合、段階 1 1 1 4 で、オペレータは、溶接が不良であるという表示を提供される。この表示は、溶接行程が不正に実行されていることを示唆する。その後、段階 1 1 1 8 で、後の閲覧、分析及び／又は他の使用のために、溶接の現在の状態はログを取られる。指示の方法 1 1 0 0 は、次に上述のようにオペレータにより実行されている溶接行程を監視し続ける。

【 0 1 4 3 】

上述の表示は、溶接行程中にオペレータに知らせるのに十分な任意の方法でオペレータに提供されうる。例示的な一実施形態では、表示は、溶接機に統合された又はその近くにあるディスプレイ装置で、オペレータに視覚的に提供される。例示的な一実施形態では、指示は、オペレータにより装着された保護バイザー又はヘッドギアに視覚的に表示される。例示的な一実施形態では、指示は、溶接機に統合された又はその近くにあるスピーカを通じて、オペレータに聴覚的に提供される。例示的な一実施形態では、指示は、オペレータにより装着された保護ヘッドギアで聴覚的に再生される。

【 0 1 4 4 】

例示的な一実施形態では、溶接の現在の状態が不良である場合、段階 1 1 1 6 で、オペレータは、どんな是正措置又は複数の是正装置が講じられるべきかについての指示を受ける。例示的な一実施形態では、指示は、溶接行程中にリアルタイムに提供される。指示は、例えば、加工中製品に対する電極（つまり、ワイヤ）の位置の変化の示唆、又は加工中製品に対するワイヤの移動レートの変化の示唆を含む。

【 0 1 4 5 】

種々の装置及び技術が、実証された良好な溶接をもたらすオペレータ及び／又は溶接行程中の溶接条件をモデル化すること及びもたらされたモデル・データを用いて同様の溶接行程を同様の条件下で実行している他のオペレータを評価することのような、講じられるべき可能な是正措置を決定するために用いられうる。人工知能及び関連するシミュレーションもこのようなモデルを構築するために用いられうる。さらに、センサがこのようなモデルを構築するために用いられうる。

【 0 1 4 6 】

例示的な一実施形態では、１又は複数のセンサが用いられ、溶接行程の局面、例えば加工中製品の現在の温度、供給されている遮蔽ガスのレベル、及び／又は遮蔽ガスの組成を決定する。例示的な一実施形態では、１又は複数のセンサが用いられ、溶接行程に影響し

10

20

30

40

50

うる環境条件、例えば風の条件及び湿度条件を決定する。例示的な一実施形態では、1又は複数のセンサが用いられ、溶接行程に影響しうるオペレータの条件、例えば加工中製品からオペレータの手まで距離、及び/又は加工中製品からのオペレータの手の角度を決定する。これらの又は他のセンサからのデータは、どんな是正措置又は複数の措置がオペレータにより講じられるべきかに関する指示を特定するためにモデル・データと比較される。

例示的な一実施形態では、是正措置の指示は、例えば溶接機に統合された又はその近くにあるディスプレイ装置で、オペレータに視覚的に提供される。例示的な一実施形態では、指示は、オペレータにより装着された保護バイザー又はヘッドギアに視覚的に表示される。例示的な一実施形態では、指示は、溶接機に統合された又はその近くにあるスピーカを通じて、オペレータに聴覚的に提供される。例示的な一実施形態では、指示は、オペレータにより装着された保護ヘッドギアで聴覚的に再生される。

10

【0147】

このように、指示の方法1100は、リアルタイムのフィードバックを溶接行程中にオペレータに提供し、オペレータが、溶接が良好な状態から不良な状態へ移転するとき及び溶接が不良な状態から良好な状態へ移転するときを敏速に知ることができる。さらに、指示の方法1100は、溶接の現在の(及び全体の)状態を向上させることを目的として是正措置を示唆することができる。溶接状態の変化はオペレータの動作に起因する場合が多いので、指示の方法1100により提供される(示唆される是正措置を含む)フィードバックは、オペレータに良好な溶接技術を教示する。さらに、オペレータの良好な溶接技術は、良好な溶接状態の継続する確認により補強される。

20

【0148】

指示の方法1100又はその特徴は、シミュレートされた溶接行程に直ちに採用されるか又は適用することができる。例示的な一実施形態では、指示の方法1100は、仮想現実技術を利用する溶接シミュレータに適用される。

【0149】

幾つかの例示的な実施形態では、オペレータにより実行された溶接について計算された品質指標(つまり、溶接スコア)は、どれくらいの評価が一般教育で用いられるかと同様に、特定の溶接機、溶接行程又は溶接課程に関してオペレータを認定する革新的なアプローチで用いることができる。例えば、指示の方法1100に従って計算された溶接スコア(例えば、全体の溶接スコア)又はその局面は、オペレータを認定するために好都合なプラットフォームを提供する。オペレータは、溶接機、溶接行程又は溶接課程に関して認定される所定の閾溶接スコアを超える溶接スコア又は複数のスコアを得なければならない。オペレータが認定に失敗した場合、指示の方法1100は、オペレータに対して改善の必要な領域を特定することができる。本願明細書に記載されるように、(例えば、溶接機の内部で又は外部で実行されるソフトウェアにより提供される)追加の機能は、オペレータを認定するのに役立つ他のパラメータを測定するために用いられうる。例えば、指示の方法1100は、オペレータが溶接行程又は課程中に実際に溶接するのにどれくらいの時間を費やしたかを追跡することを含むよう変更されうる。別の例として、指示の方法1100は、溶接行程又は課程中にオペレータにより用いられた消耗品(例えば、ワイヤ)の量を追跡することを含むよう変更されうる。

30

40

【0150】

オペレータを認定するために用いられるのに加えて、溶接スコア(及び他のパラメータ)は、あるオペレータと別のオペレータを差別化するためにも用いることができる。例えば、2人のオペレータが両者とも合格スコアに達しており特定の溶接機、溶接行程又は溶接課程に関して認定されているにも拘わらず、2人のオペレータのスコアは非常に異なるかも知れない。したがって、低いスコアを有する別の認定されたオペレータより、遙かに高いスコアで認定されたオペレータの方が選ばれうる。

【0151】

幾つかの例示的な実施形態では、溶接について計算された品質指標(つまり、溶接スコ

50

ア)並びに他の関連パラメータ若しくは情報は、複数の学生に溶接技術、行程、プログラム、課程等を教えている講師を支援するために用いることができる。溶接の授業は、理論的な要素と実技的な要素を含む場合が多い。理論的な要素は、通常、教室又は同様の環境で講義、議論又は実演の形式で教えられる。通常、学生に授業の実技的な要素を教えるための溶接教習所又は他の環境は、工場内の溶接ステーションに似たブースのような個別の場所を有するだろう。各学生は、課程の実技的な要素を実行するための彼又は彼女自身のブースに割り当てられる。

【 0 1 5 2 】

講師にとっては、例えば各学生の授業の出席及び/又は論理的要素に関連する議論中の参加を追跡することにより、各学生がどのくらいの時間を授業の論理的要素に費やしたかを概算するのが容易である。しかしながら、講師は常に全てのブースに居ることができないので、講師にとっては、各学生が実際にどのくらいの時間を授業の実技的な要素に費やしたかを評価するのは困難である。例えば、ブースは、講師の視線が一度に単一のブース、つまり講師が現在存在しているブースにのみ及びるように構成及び/又は配置される。他のブースにいる学生は、講師の知らない溶接以外の何か(例えば、食事、睡眠、電話での会話)をしているかも知れない。講師にとっては、常にどの学生が講師の個人的な注意の利益を享受するかを敏速に決定することも困難である。したがって、講師は、別の学生が講師の個人的な注意を大いに必要としているにも拘わらず、ある学生に時間を充てるのを終わらせてしまう。

【 0 1 5 3 】

図12は、例示的な一実施形態による、学生がアーク溶接行程のような溶接技術、行程、プログラム、課程等を学習するのを監視するシステム1200を示す。システム1200は、教室又はショップのような授業区域1202を有する。授業区域1202内には、8個のブース1204、1206、1208、1210、1212、1214、1216及び1218が位置する。各ブースは溶接機を有する。特に、第1の溶接機W1 1220は第1のブース1204内に置かれる。第2の溶接機W2 1222は第2のブース1206内に置かれる。第3の溶接機W3 1224は第3のブース1208内に置かれる。第4の溶接機W4 1226は第4のブース1210内に置かれる。第5の溶接機W5 1228は第5のブース1212内に置かれる。第6の溶接機W6 1230は第6のブース1214内に置かれる。第7の溶接機W7 1232は第7のブース1216内に置かれる。第8の溶接機W8 1234は第8のブース1218内に置かれる。さらに、学生は各ブースに割り当てられる。特に、第1の学生S1 1236は第1のブース1204内に割り当てられる。第2の学生S2 1238は第2のブース1206内に割り当てられる。第3の学生S3 1240は第3のブース1208内に割り当てられる。第4の学生S4 1242は第4のブース1210内に割り当てられる。第5の学生S5 1244は第5のブース1212内に割り当てられる。第6の学生S6 1246は第6のブース1214内に割り当てられる。第7の学生S7 1248は第7のブース1216内に割り当てられる。第8の学生S8 1250は第8のブース1218内に割り当てられる。

【 0 1 5 4 】

授業区域1202は、講師1252がブースからブースへと学生と交流を図るために自由に動けるように位置付けられる。

【 0 1 5 5 】

例示的な一実施形態では、各溶接機W1、W2、W3、W4、W5、W6、W7及びW8は、図1に示された溶接機10のような統合されたモニタMを有する。学生が溶接を作成するために溶接機を使用しているとき、瞬間的な及び/又は周期的な溶接スコアは、(モニタMを介して)溶接機により溶接に対して決定され、現在の溶接品質に関して学生に直接フィードバックを提供するために用いられる。上述のように、これらの溶接スコアは、溶接の単なる視覚的検査よりも溶接品質をより正確に反映する重み付けされた統計的測定値に基づく。特に、溶接スコアは、学生による是正措置が必要か否かを決定するために

、（例えば、前の基準溶接から判明した）所定の許容可能な溶接スコア又は許容可能な溶接スコアの範囲に対して比較される。更に、溶接スコアは、（例えば、溶接スコアの連続的な減少により証明される）許容可能な溶接スコアから離れていく傾向が存在する否かを決定するために、長期間にわたり評価される。

【 0 1 5 6 】

各溶接機 W 1、W 2、W 3、W 4、W 5、W 6、W 7 及び W 8 は、ネットワーク 1 2 5 6 を介して生産監視システム（P M S）1 2 5 4 と通信する。ネットワーク 1 2 5 6 は、有線又は無線ネットワークでありうる。例示的な一実施形態では、ネットワーク 1 2 5 6 は E t h e r n e t ネットワークである。

【 0 1 5 7 】

P M S 1 2 5 4 は、ソフトウェア、ハードウェア及びそれらの組合せを用いて、全体的な発明概念の精神及び範囲から逸脱することなく、実施されうる。例示的な一実施形態では、P M S 1 2 5 4 は、ディスプレイ装置 1 2 5 8 及びそれに接続されたデータ記憶 1 2 6 0 のような周辺機器を有する汎用コンピュータ（例えば、P C）で実行されるソフトウェアとして実施される。例示的な一実施形態では、P M S 1 2 5 4 は、モニタ M の場合のように、各溶接機に統合されたロジックを有しうる。上述のように、P M S 1 2 5 4 は、溶接機 W 1、W 2、W 3、W 4、W 5、W 6、W 7 及び W 8 とネットワーク 1 2 5 6 を介してデータ通信する。

【 0 1 5 8 】

P M S 1 2 5 4 は、例えば各記録された溶接の統計を備えた短期間及び長期間の溶接ログを収集するよう動作する溶接データ収集及び監視ツールである。P M S 1 2 5 4 は、ワイヤの消費のような他の生産に関連するパラメータ及び条件の追跡もできる。システム 1 2 0 0 では、P M S 1 2 5 4 は、各溶接機 W 1、W 2、W 3、W 4、W 5、W 6、W 7 及び W 8 からデータを収集し、個々の学生 S 1、S 2、S 3、S 4、S 5、S 6、S 7 及び S 8 が溶接を作成するのに費やした時間量を決定する。各学生 S 1、S 2、S 3、S 4、S 5、S 6、S 7 及び S 8 により費やされた時間量（つまり、溶接時間）は、後に読み出し使用するために、P M S 1 2 5 4 によりデータ記憶 1 2 6 0 に保存されうる。さらに、P M S 1 2 5 4 は、溶接スコアを各溶接機 W 1、W 2、W 3、W 4、W 5、W 6、W 7 及び W 8 からネットワーク 1 2 5 6 を介して受信する。これらの溶接スコアは、次に、後に取り使用するために、P M S 1 2 5 4 によりデータ記憶 1 2 6 0 に保存されうる。このように、P M S 1 2 5 4 は、複数の評価期間にわたり複数の学生について溶接時間のログ及び溶接スコアを生成し及び格納することができる。これらは、講師 1 2 5 2 にとって、学生を教え評価するのに非常に素晴らしい資源になりうる。

【 0 1 5 9 】

さらに、P M S 1 2 5 4 は、リアルタイムで、各学生 S 1、S 2、S 3、S 4、S 5、S 6、S 7 及び S 8 の現在の溶接時間を、各学生 S 1、S 2、S 3、S 4、S 5、S 6、S 7 及び S 8 の現在の溶接スコアと組み合わせて、ディスプレイ装置 1 2 5 8 に表示できる。このように、講師 1 2 5 2 は、ディスプレイ装置 1 2 5 8 を観察することにより、各学生及び彼らの個々の溶接の現在の状態の瞬間的且つ正確な評価を得ることができる。これは、講師 1 2 5 2 に、最も高い必要性を示している生徒に関して講師の時間を良好に分け与えることができるようにする。

【 0 1 6 0 】

システム 1 2 0 0 では、溶接時間及び溶接スコアは、任意の方法で、例えば数値データ及び / 又はグラフィック・データとして表示することができる。例示的な一実施形態では、P M S 1 2 5 4 は、データへのアクセス、データの閲覧、報告の生成等をウェブ・ブラウザを介して支援するウェブベースのユーザ・インタフェースを設ける。

【 0 1 6 1 】

システム 1 2 0 0 は、任意の数の学生及び複数の講師に対応するよう直ちに拡張可能である。

【 0 1 6 2 】

10

20

30

40

50

図 1 3 は、例示的な一実施形態による、学生がアーク溶接行程のような溶接技術、行程、プログラム、課程等を学習するのを監視する方法 1 3 0 0 を示す。方法 1 3 0 0 は、段階 1 3 0 2 で、複数の学生がアーク溶接行程を実行する段階を含む。例示的な一実施形態では、学生は、実質的に同一のアーク溶接行程を実質的に同一の条件で実質的に同時に実行する。

【 0 1 6 3 】

溶接行程中、段階 1 3 0 4 で、学生の溶接の現在の状態を反映するために、各学生の溶接スコアは周期的に（ 1 又は複数のサンプリングされた又は測定されたパラメータに基づき）計算される。溶接スコアは、学生の溶接の現在の状態を反映する瞬間的な指標として、又はアーク溶接行程中の時間期間に渡る学生の溶接の状態を反映する幾つかの指標の平均（測定結果に対応する）として計算される。例示的な一実施形態では、学生の溶接スコアは、アーク溶接行程が開始してから取られた全ての測定値を平均化することにより計算される。これは、学生の溶接の現在の全体的な状態を反映する。

10

【 0 1 6 4 】

方法 1 3 0 0 の評価期間中に、段階 1 3 0 6 で、各学生がアーク溶接行程を実行するのに（つまり、実際の溶接に）費やした時間量が決定される。各学生の溶接機から収集された作業データは、学生の溶接時間を決定するために用いることができる。

【 0 1 6 5 】

段階 1 3 0 8 で、各溶接スコアは、該溶接スコアに対応する学生と関連付けられる。同様に、段階 1 3 0 8 で、各溶接時間は、該溶接時間に対応する学生と関連付けられる。各学生に割り当てられた溶接機からの識別情報（例えば、シリアル番号）は、溶接機から収集された及び / 又は溶接機により集められたデータ（例えば、溶接スコア、溶接時間）を個々の学生と関連付けるために用いることができる。

20

【 0 1 6 6 】

溶接スコア及び溶接時間が個々の学生に関連付けられると、段階 1 3 1 0 で、この情報は任意の方法で出力することができる。例えば、全ての学生の報告書並びに彼らの個々の溶接スコア及び溶接時間は、モニタのようなディスプレイ装置に出力することができる。別の例として、学生に関する情報並びに彼らの個々の溶接スコア及び溶接時間は、後に読み出し使用するために、ログを取られ、ディスク・ドライブ又はフラッシュ・ドライブのようなデータ記憶に格納されうる。例示的な一実施形態では、この情報は周期的に出力される。例示的な一実施形態では、この情報は評価期間の終わりに出力される。

30

【 0 1 6 7 】

溶接スコア及び / 又は溶接時間は、学生の追加識別情報を生成するためにも用いることができる。例えば、学生の溶接スコア及び / 又は溶接時間は、所定の閾値に対して比較されうる。このように、学生の溶接スコア及び / 又は溶接時間に基づき、合格又は不合格の決定が学生の溶接に対して決定されうる。

【 0 1 6 8 】

幾つかの例示的な実施形態では、溶接について計算された溶接スコアは、溶接行程の可能なコスト削減を特定する革新的なアプローチで用いることができる。例示的な一実施形態では、コスト分析（例えば、費用効率分析、費用便益分析）は、溶接行程に対して、溶接行程に従って実行された一連の溶接に基づき実行される。例示的な溶接に対応するデータ 1 4 0 0 は、図 1 4 A ~ 図 1 4 B に示されるように、コスト分析を実行するのに用いることができる。

40

【 0 1 6 9 】

まず、全体の溶接品質に影響を与える複数の溶接条件 1 4 0 2 が選択される。例えば、図 1 4 A 及び図 1 4 B では、溶接条件 1 4 0 2 は、ワイヤ特性（例えば、ワイヤ消費 1 4 0 4、ワイヤ直径、被覆）、加工中製品特性（例えば、加工中製品の消費 1 4 0 6、加工中製品の厚さ）、遮蔽ガス流速 1 4 0 8、遮蔽ガスの消費 1 4 0 6）、及び / 又は加工中製品の予熱温度 1 4 1 2 を有する。次に、1 4 1 4 に示されるように、これらの溶接条件 1 4 0 2 の 1 つが一連の溶接にわたって変更される。一方で、1 4 1 4 に示されるように

50

、全ての残りの溶接条件 1 4 0 2 は一連の溶接にわたって固定される。

【 0 1 7 0 】

一連の溶接のうちの各溶接について、現在の溶接条件 1 4 0 2、1 4 1 4 に基づき、溶接スコア 1 4 1 6 が計算される。溶接スコア 1 4 1 6 は、溶接条件下で作成された溶接の全体的な品質の指標を表す。上述のように、これらの溶接スコアは、溶接の単なる視覚的検査よりも溶接品質をより正確に反映する重み付けされた統計的測定値に基づく。

【 0 1 7 1 】

さらに、一連の溶接のうちの各溶接について、溶接を作成するためのコストが決定される。例示的な一実施形態では、コストは、溶接について貨幣原価 1 4 1 8 として表された、溶接の生産に関する貨幣的支出を含む。例示的な一実施形態では、コストは、溶接について時間費用 1 4 2 0 として表された、溶接を完了するのに必要な合計時間を含む。一連の溶接のうちの各溶接は、該溶接の対応する溶接スコア及びコストと関連付けられる。

10

【 0 1 7 2 】

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、それぞれ、一連の溶接のうちの 2 つの溶接についてのデータ 1 4 0 0 を有する。溶接条件 1 4 0 2 の中で、ワイヤ消費 1 4 0 4、加工中製品の消費 1 4 0 6、遮蔽ガスの組成 1 4 1 0 及び加工中製品の予熱温度 1 4 1 2 は、1 4 1 4 に示されるように、一連の溶接にわたって固定される。一方で、遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 は、1 4 1 4 に示されるように、一連の溶接にわたって変化する（例えば、徐々に増加するか又は減少する）。

【 0 1 7 3 】

20

図 1 4 A に対応する溶接では、貨幣原価 1 4 1 8 の a、時間費用 1 4 2 0 の b、及び溶接スコア 1 4 1 6 の c は、計算されるか又は決定される。図 1 4 B に対応する溶接では、貨幣原価 1 4 1 8 の d、時間費用 1 4 2 0 の e、及び溶接スコア 1 4 1 6 の f は、計算されるか又は決定される。したがって、 $a < d$ 、 $b < e$ 、及び $c = f$ と決定された場合、図 1 4 A の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 は、図 1 4 B の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 よりも優れていると推定される。何故なら、コスト及び時間の節約の両者が、図 1 4 B の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 と比べて図 1 4 A の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 により、全体の溶接品質を低下せず実現されるからである。したがって、 $a < d$ 、 $b > e$ 、及び $c = f$ と決定された場合、図 1 4 A の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 は、全体の溶接品質を低下せずにコストの節約を提供するが、図 1 4 B の遮蔽ガスの流速 1 4 0 8 と比べて実質的に時間費用が増大すると推定される。

30

【 0 1 7 4 】

このように、ユーザは、変化する溶接条件が一連の溶接及び対応する溶接行程の全体的な溶接品質に与える影響を敏速に特定できるだろう。このように、ユーザは、溶接条件の変化がユーザにより望ましい溶接品質、より望ましいコスト、又はそれらの両方をもたらすか否かを決定できる。したがって、より多くの溶接が実行され、対応するデータが分析されるにつれ、1 又は複数の溶接条件が全体の溶接行程に与える影響は、直ちに決定され評価されて、より情報に基づく（例えば、金銭、時間及び品質のトレードオフに関する）コスト節約の決定を行うことができる。

【 0 1 7 5 】

40

コスト分析は、追加の一連の溶接を含むよう拡張することができる。ここで、異なる溶接条件は異なる一連の溶接では変化する。このように、ユーザは、複数の溶接条件について所望の値又は設定を特定し、所望の結果（例えば、許容可能な溶接品質及び許容可能なコスト）を達成することができる。溶接条件についてのこれらの所望の値又は設定は、次に、後に同一の溶接機及び溶接行程のために読み出し使用し、それによりユーザが再び所望の結果を達成する可能性を増大させるために、溶接機及び溶接行程と関連付けられたプロファイルに保存されうる。

【 0 1 7 6 】

例示的な一実施形態では、複数のこのようなプロファイル（つまり、選択された溶接パラメータ及び / 又は溶接条件のセット）が、つまりプリセットとして保存され、プロファ

50

イルが溶接行程を開始するユーザによりアクセスできるようにする。例示的な一実施形態では、複数のプリセットは、各プリセットに対応する溶接スコアと共にユーザに提示される。各溶接スコアは、プリセットに関連する溶接パラメータ及び溶接条件を用いて前に得られた全体的な溶接品質を定量化する。上述のように、これらの溶接スコアは、溶接の単なる視覚的検査よりも溶接品質をより正確に反映する重み付けされた統計的測定値に基づく。ユーザは、次に、溶接行程を実行するためにプリセットのうちの１つを選択でき、それによりユーザが、プリセットに関連する溶接パラメータ及び条件を用いて前に生産されたのと同じの又は実質的に同一の溶接を達成する可能性を増大させる。例示的な一実施形態では、ユーザ・インタフェースは、ユーザがユーザにより入力された基準に合わないプリセットをフィルタリングすること、例えば関連する溶接スコアが入力された閾より低いプリセットをフィルタリングすることを可能にする。

10

【 0 1 7 7 】

図 1 5 は、例示的な一実施形態によるプリセット 1 5 0 0 を示す。プリセット 1 5 0 0 の各々は、プリセット識別番号 1 5 0 2、溶接条件のセット 1 5 0 4、溶接機情報 1 5 0 6、溶接行程情報 1 5 0 8、貨幣原価 1 5 1 0、時間費用 1 5 1 2 及び関連する溶接スコア 1 5 1 4 を有する。第 1 のプリセット 1 5 1 6 は、プリセット番号 0 1 を有し、値 a、b、c、d 及び e を有する溶接条件 1 5 0 4 並びに溶接機 M に関連付けられる。第 1 のプリセット 1 5 1 6 は、溶接行程 O に対応する。ユーザが、溶接条件 a、b、c、d 及び e の下で溶接機 M による溶接行程 O のために、第 1 のプリセット 1 5 1 6 (つまり、プリセット 0 1) を選択した場合、ユーザは、溶接行程 O から生じる溶接が、約 t の貨幣原価、約 v の時間費用、及び約 x の溶接スコアを有することを期待できる。プリセット 1 5 0 0 は、異なる溶接条件 1 5 0 4、溶接機 1 5 0 6 及び / 又は溶接行程 1 5 0 8 の組合せと関連付けられた、第 2 のプリセット 1 5 1 8 のような追加プリセットを有しうる。

20

【 0 1 7 8 】

上述の特定の実施形態は、例として与えられた。与えられた開示から、当業者は、全体的な発明概念及び付随する利益を理解するだけでなく、開示された構造及び方法に対する明らかな種々の変化及び変更も見出すだろう。例えば、全体的な発明概念は、通常、手動溶接行程又は自動 (例えば、ロボット利用の) 溶接行程のうちの 1 つに限定されず、他方に直ちに適応可能である。さらに、全体的な発明概念は、異なる溶接行程及び技術 (例えば、St i c k a n d T I G 溶接のようなアーク溶接の全ての変形) に直ちに適応可能である。したがって、全てのこのような変化及び変更は、添付の特許請求の範囲により定められるような一般的な発明概念の精神及び範囲及びそれらの等価物に包含される。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 7 9 】

- 1 0 電気アーク溶接機
- 1 2 電源
- 1 4 端子
- 1 6 端子
- 1 8 平滑インダクタ
- 2 0 溶接ワイヤ
- 2 2 リール
- 2 4 フィーダ
- 3 0 加工中製品
- 3 2 シャント
- 3 3 シャント
- 3 4 ブロック
- 3 4 a ライン
- 3 6 ブロック
- 3 6 a ライン
- 4 0 波形生成器

40

50

4 2	コマンド・ライン	
4 4	コマンド・ライン	
4 6	ワイヤ駆動制御	
4 6 a	ライン	
4 6 b	ライン	
4 6 c	エンコーダ	
7 0	コマンド・インタフェース	
8 1	レベル段	
8 1 a	最小モニタ段	
8 1 b	最大モニタ段	10
8 1 c	フィルタ	
8 1 d	フィルタ	
8 2	レポート・ロジック	
8 4	発振器	
8 6	ブロック	
9 0 a	フィルタ	
9 1	安定性モニタ段	
9 2	ロジック	
9 4	発振器	
1 0 0	パルス波形	20
1 0 2	ピーク電流	
1 0 4	バックグラウンド電流	
1 1 0	破線	
1 5 2	ブロック	
1 5 6	出力	
1 5 8	パルス幅変調器	
1 6 0	処理ブロック	
1 6 2	ライン	
1 7 0	ランプアップ部分の開始	
1 7 2	ランプダウン部分の終了	30
1 8 0	閾	
1 8 2	閾	
1 8 4	過渡状態	
1 8 6	過渡状態	
2 0 0	分析プログラム	
2 0 2 a	ライン	
2 0 2 b	ライン	
2 1 0	ブロック	
2 1 0 a	ライン	
2 1 2	合格分析ルーチン	40
2 1 4	ライン	
2 1 6	ライン	
2 2 0	カウンタ	
2 2 0 a	読み取りブロック	
2 2 0 a	読み取りブロック	
2 2 2	カウンタ	
2 2 4	ライン	
2 2 6	ブロック	
2 3 0	ブロック	
2 3 4	読み取り段	50

2 3 6	ブロック	
2 3 8	ブロック	
2 5 0	レベル分析プログラム	
2 5 2	プログラム・ステップ	
2 5 4	ブロック	
2 5 4 a	ライン	
2 5 6	カウンタ	
2 5 8	ライン	
2 6	モータ	
2 6 0	ブロック	10
2 6 2	サブルーチン	
2 6 2 a	ブロック	
2 6 4	プログラム・ステップ	
2 6 6	プログラム・ルーチン	
2 6 6 a	ブロック	
2 6 6 b	ルーチン	
2 7 0	プログラム	
2 7 2	カウンタ	
2 8 0	サブルーチン	
2 8 2	ブロック	20
2 8 2 a	ブロック	
2 8 4	ブロック	
2 8 6 a	ブロック	
2 8 6 b	ブロック	
9 0 0	重み付け方法	
9 0 2	開始段階	
9 0 4	ステップ	
9 0 6	ステップ	
9 0 8	ステップ	
9 1 0	ステップ	30
9 1 4	ステップ	
9 1 6	ステップ	
9 1 8	ステップ	
9 2 0	ステップ	
9 2 2	ステップ	
1 0 0 0	概念的生産ライン	
1 0 1 8	評価ステーション	
1 0 2 0	容認溶接コマンド	
1 0 2 2	拒否溶接コマンド	
1 1 0 0	指示	40
1 1 0 2	ステップ	
1 1 0 4	ステップ	
1 1 0 6	ステップ	
1 1 0 8	ステップ	
1 1 1 0	ステップ	
1 1 1 2	ステップ	
1 1 1 4	ステップ	
1 1 1 6	ステップ	
1 1 1 8	ステップ	
1 2 0 0	システム	50

1 2 0 2	指示	
1 2 0 4	ブース	
1 2 0 6	ブース	
1 2 0 8	ブース	
1 2 1 0	ブース	
1 2 1 2	ブース	
1 2 1 4	ブース	
1 2 1 8	ブース	
1 2 2 0	ブース	
1 2 5 2	講師	10
1 2 5 4	生産監視システム	
1 2 5 6	ネットワーク	
1 2 5 8	ディスプレイ装置	
1 2 6 0	データ記憶	
1 3 0 0	方法	
1 3 0 2	ステップ	
1 3 0 6	ステップ	
1 3 0 8	ステップ	
1 3 1 0	ステップ	
1 4 0 0	データ	20
1 4 0 2	溶接条件	
1 4 0 4	ワイヤ消費	
1 4 0 6	加工中製品消費	
1 4 0 8	遮蔽ガスの流速	
1 4 1 0	遮蔽ガスの組成	
1 4 1 2	加工中製品の予熱温度	
1 4 1 4	ステップ	
1 4 1 6	溶接スコア	
1 4 1 8	貨幣原価	
1 4 2 0	時間費用	30
1 5 0 0	プリセット	
1 5 0 2	プリセット数	
1 5 0 4	溶接条件	
1 5 0 6	溶接機情報	
1 5 0 8	溶接行程情報	
1 5 1 0	貨幣原価	
1 5 1 2	時間費用	
1 5 1 4	溶接スコア	
A	時間セグメント	
B	セグメント	40
I a	出力信号	
L 1	電気入力	
L 2	電気入力	
L 3	電気入力	
M	モニタ	
N	数	
O	溶接行程	
S 1	1 0 0 2	第 1 の溶接スコア
S 1	1 2 3 6	第 1 の学生
S 2	1 0 0 4	第 2 の溶接スコア

S 2 1 2 3 8 第 2 の 学 生
 S 3 1 0 0 6 第 3 の 溶 接 ス コ ア
 S 3 1 2 2 4 第 3 の 溶 接 機
 S 3 1 2 4 0 第 3 の 学 生
 S 4 1 2 4 2 第 4 の 学 生
 S 5 1 2 4 4 第 5 の 学 生
 S 6 1 2 4 6 第 6 の 学 生
 S 7 1 2 4 8 第 7 の 学 生
 S 8 1 2 5 0 第 8 の 学 生
 U 時 間
 V a 出 力
 W 1 1 2 2 0 第 1 の 溶 接 機
 W 2 1 2 2 2 第 2 の 溶 接 機
 W 4 1 2 2 6 第 4 の 溶 接 機
 W 5 1 2 2 8 第 5 の 溶 接 機
 W 6 1 2 3 0 第 6 の 溶 接 機
 W 7 1 2 3 2 第 7 の 溶 接 機
 W 8 1 2 3 4 第 8 の 溶 接 機
 W P 1 1 0 0 8 第 1 の 加 工 中 製 品
 W P 2 1 0 1 0 第 2 の 加 工 中 製 品
 W P 3 1 0 1 2 第 3 の 加 工 中 製 品
 a 値
 b 値
 c 値
 d 値
 e 値
 t 1 時 間
 t 2 時 間
 t 3 時 間

10

20

【図 5】

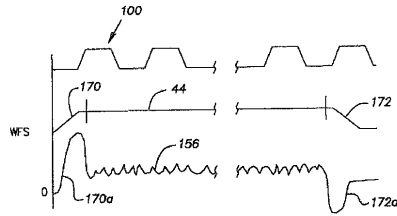
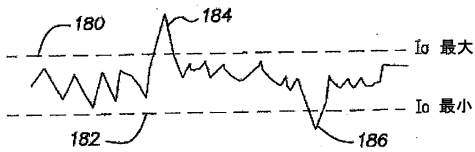
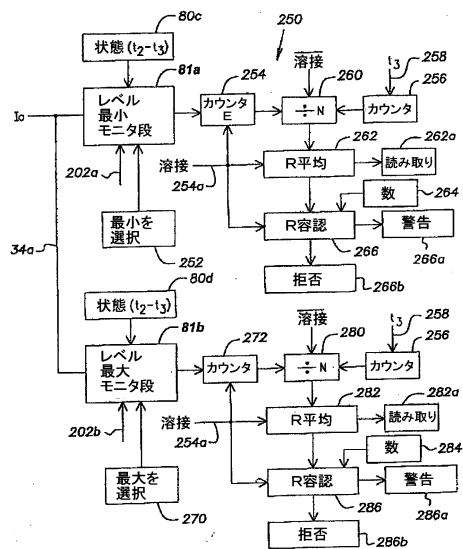


FIG. 5

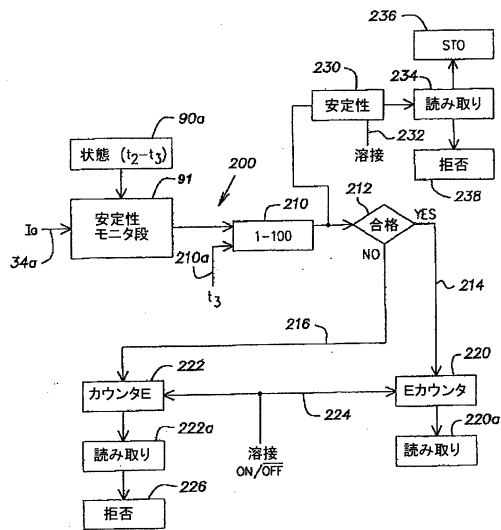
【図 6】



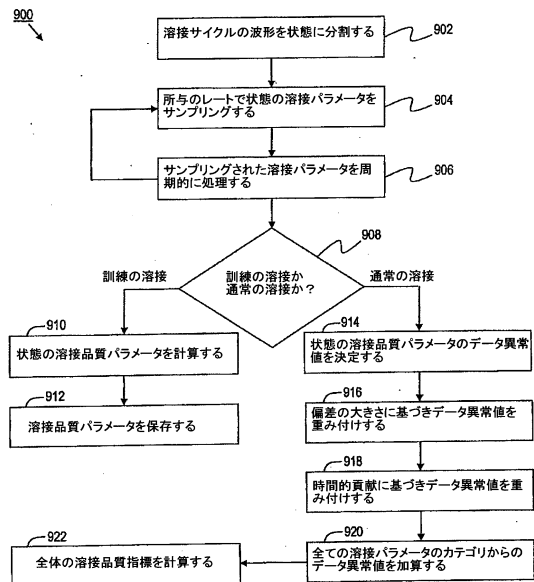
【図 8】



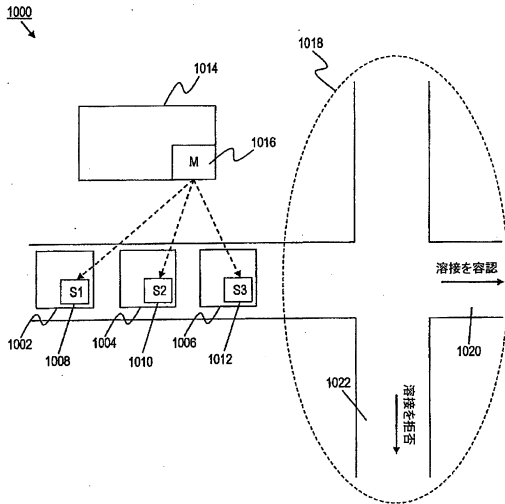
【図 7】



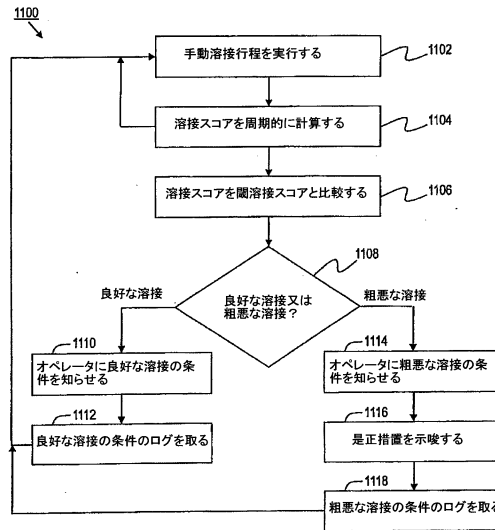
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

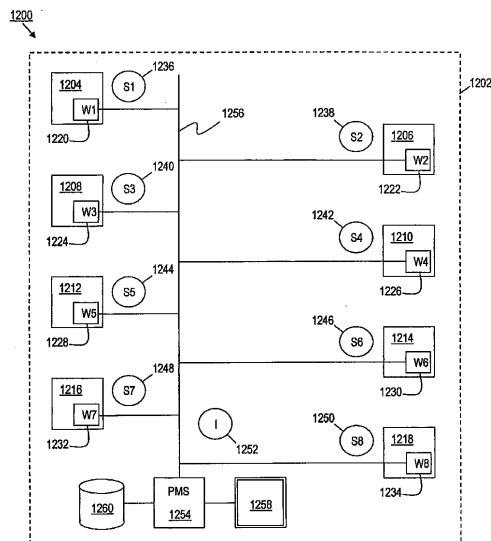
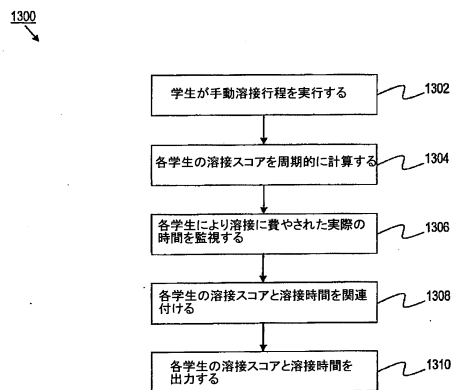


FIG. 12

【図 13】



【図 14 A】

1400

	1402 溶接条件	1414 固定か?	1418 コスト	1420 時間費用	1416 溶接スコア
1404	ワイヤの消費	YES	N/A	N/A	c
1406	加工中製品の消費	YES	N/A	N/A	
1408	遮蔽ガスの流速	NO	a	b	
1410	遮蔽ガスの消費	YES	N/A	N/A	
1412	加工中製品の予熱温度	YES	N/A	N/A	

【図 14 B】

1400

	1402 溶接条件	1414 固定か?	1418 コスト	1420 時間費用	1416 溶接スコア
1404	ワイヤの消費	YES	N/A	N/A	f
1406	加工中製品の消費	YES	N/A	N/A	
1408	遮蔽ガスの流速	NO	d	e	
1410	遮蔽ガスの消費	YES	N/A	N/A	
1412	加工中製品の予熱温度	YES	N/A	N/A	

【図 15】

1500

	1502 PS#	1504 溶接条件	1506 溶接機	1508 行程	1510 \$	1512 時間	1514 スコア
1516	01	ワイヤの消費	M	O	f	v	x
		加工中製品の消費					
		遮蔽ガスの流速					
		遮蔽ガスの消費					
		加工中製品の予熱温度					
1518	02	ワイヤの消費	N	P	u	w	y
		加工中製品の消費					

•
•
•

フロントページの続き

(72)発明者 ダニエル, ジョーゼフ, エー
アメリカ合衆国 44067 オハイオ州, サガモアヒルズ, エヌ・ガネット・ロード 7946

審査官 仁木 学

(56)参考文献 特開2002-321054(JP, A)
特開平09-262670(JP, A)
特開平11-267837(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 9/00 - 10/02