

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6242534号
(P6242534)

(45) 発行日 平成29年12月6日 (2017. 12. 6)

(24) 登録日 平成29年11月17日 (2017. 11. 17)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 9 B 19/24 (2006. 01)	G O 9 B 19/24 Z
G 0 9 B 9/00 (2006. 01)	G O 9 B 9/00 Z
B 2 3 K 31/00 (2006. 01)	B 2 3 K 31/00 Z

請求項の数 19 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-502204 (P2017-502204)	(73) 特許権者	510202156
(86) (22) 出願日	平成27年6月30日 (2015. 6. 30)		リンカーン グローバル、インコーポレイ
(65) 公表番号	特表2017-521716 (P2017-521716A)		テッド
(43) 公表日	平成29年8月3日 (2017. 8. 3)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
(86) 国際出願番号	PCT/IB2015/001084		670, サンタ フェ スプリングス, ノ
(87) 国際公開番号	W02016/009260		ーウォーク・ブルヴァード 9160
(87) 国際公開日	平成28年1月21日 (2016. 1. 21)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成29年1月19日 (2017. 1. 19)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	14/331, 402	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成26年7月15日 (2014. 7. 15)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091214
早期審査対象出願			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 仮想現実溶接シミュレータのための一体型クーポン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仮想溶接システムのための擬似溶接一体型クーポンであって、
第一の外面と、
前記第一の外面に垂直な第二の外面と
であって、協働して前記擬似溶接一体型クーポン上で複数の異なる種類のグループ溶接のシミュレーションを行うように構成された複数の溝を提供する、第一の外面および第二の外面と、

前記擬似溶接一体型クーポン上で管すみ肉溶接のシミュレーションを行うように構成された湾曲外面と、

前記擬似溶接一体型クーポンの周辺に、擬似溶接ツールの前記擬似溶接一体型クーポンに対する移動を追跡するための磁場を生成するように構成された磁力源であって、固定された位置で前記一体型クーポンに取り付けられる磁力源と
を含む、擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 2】

前記磁力源は前記擬似溶接一体型クーポンの基部であり、かつ前記第一および第二の外面を前記基部の上に支持する、請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 3】

前記磁力源は前記擬似溶接一体型クーポンの 1 つまたは複数の外面に取り付けられる、請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 4】

前記複数の溝が、垂直グループ溶接のシミュレーション用に構成された垂直溝と、水平グループ溶接または平坦グループ溶接のシミュレーション用に構成された水平溝とを含む、請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 5】

前記湾曲外面は、管グループ溶接のシミュレーション用に構成された溝を含む、請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 6】

前記擬似溶接一体型クーポンの前記第一の外面、前記第二の外面および／または前記湾曲外面が協働して、垂直グループ溶接、水平グループ溶接、平坦グループ溶接、水平すみ肉溶接、および垂直すみ肉溶接の各々のシミュレーションを実行しやすくするように構成される、請求項 5 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

10

【請求項 7】

前記擬似溶接一体型クーポンの前記第一の外面、前記第二の外面および／または前記湾曲外面が協働して、垂直グループ溶接、平坦グループ溶接、および上向きすみ肉溶接の各々のシミュレーションを実行しやすくするように構成される、請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポン。

【請求項 8】

仮想溶接システムであって、

溶接シミュレーションを実行するための擬似溶接ツールと、

20

前記擬似溶接ツールを使用して、複数の異なる種類の溶接シミュレーションを受けるように構成された擬似溶接一体型クーポンであって、少なくとも 1 つの溝付面と少なくとも 1 つの湾曲面とを含み、前記複数の異なる種類の溶接シミュレーションが、

管すみ肉溶接と、

グループ溶接と、

直線すみ肉溶接と

を含み、前記擬似溶接一体型クーポンがプラグ溶接のシミュレーションを受けるように構成された複数の穴を有する、擬似溶接一体型クーポンと、

前記擬似溶接一体型クーポンに対応する仮想溶接一体型クーポン上で溶接作業をシミュレートする対話式仮想現実溶接環境を生成するためのコード化命令を実行するように動作可能なプログラマブルプロセッサベースのサブシステムであって、前記対話式仮想現実溶接環境は、前記擬似溶接一体型クーポン上での前記溶接シミュレーションに応答して実時間で生成される前記仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムと、

30

前記プログラマブルプロセッサベースのサブシステムに動作的に接続され、かつ前記仮想溶接一体型クーポン上の前記仮想溶融池を含む前記対話式仮想現実溶接環境を実時間で視覚的に描くように構成された表示装置と

を含む、仮想溶接システム。

【請求項 9】

前記擬似溶接一体型クーポンは、前記擬似溶接一体型クーポンに取り付けられ、かつ溶接シミュレーション中、前記擬似溶接一体型クーポンの周辺に、前記擬似溶接ツールの前記擬似溶接一体型クーポンに対する移動を追跡するための磁場を生成するように構成された磁力源を含む、請求項 8 に記載の仮想溶接システム。

40

【請求項 10】

前記磁力源は、前記擬似溶接一体型クーポンの使用時に前記少なくとも 1 つの溝付面および前記少なくとも 1 つの湾曲面を前記磁力源の上方に支持するように構成されている、前記擬似溶接一体型クーポンの基部である、請求項 9 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 11】

前記擬似溶接一体型クーポンは、水平すみ肉溶接のシミュレーションおよび上向きすみ肉溶接の両方を受けるように構成されたタブを含む、請求項 8 に記載の仮想溶接システム

50

。

【請求項 1 2】

前記擬似溶接一体型クーポンが、ラップ溶接のシミュレーションを受けるようにさらに構成されている、請求項 8 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 1 3】

前記仮想溶融池は、溶接シミュレーション中に前記表示装置上に表示される動的な実時間の溶融金属流動性および放熱性の特徴を含む、請求項 8 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 1 4】

前記少なくとも 1 つの溝付面および前記少なくとも 1 つの湾曲面はそれぞれ、前記対話式仮想現実溶接環境において二重変位層としてシミュレートされ、二重変位層の各々は、
固体変位層と溶融池変位層とを含み、前記溶融池変位層は前記固体変位層を変化させることができる、請求項 1 3 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 1 5】

仮想溶接システムであって、

溶接シミュレーションを実行するための擬似溶接ツールであって、磁場センサを含む、
擬似溶接ツールと、

前記擬似溶接ツールを使用して、複数の異なる種類の溶接シミュレーションを受けるように構成された擬似溶接一体型クーポンであって、前記擬似溶接一体型クーポンの周囲に、前記擬似溶接ツールの前記擬似溶接一体型クーポンに対する移動を追跡するための磁場を生成するように構成された磁力源であって、固定された位置で前記一体型クーポンに取り付けられる磁力源を含み、少なくとも 1 つの溝付垂直面、少なくとも 1 つの溝付水平面、および少なくとも 1 つの湾曲面を含み、前記複数の異なる種類の溶接シミュレーションが、

管すみ肉溶接と、

垂直グループ溶接と、

水平グループ溶接と、

平坦グループ溶接と、

水平すみ肉溶接と、

管グループ溶接または上向きすみ肉溶接と

を含む、擬似溶接一体型クーポンと、

前記擬似溶接一体型クーポンに対応する仮想溶接一体型クーポン上で溶接作業をシミュレートする対話式仮想現実溶接環境を生成するためのコード化命令を実行するように動作可能なプログラマブルプロセッサベースのサブシステムであって、前記対話式仮想現実溶接環境は、前記擬似溶接一体型クーポン上での前記溶接シミュレーションにตอบสนองして実時間で生成される前記仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含み、前記仮想溶融池が動的な実時間の溶融金属流動性および放熱性の特徴を含む、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムと、

前記プログラマブルプロセッサベースのサブシステムに動作的に接続され、かつ前記仮想溶接一体型クーポン上の前記仮想溶融池を含む前記対話式仮想現実溶接環境を実時間で視覚的に描くように構成された表示装置と
を含む、仮想溶接システム。

【請求項 1 6】

前記磁力源は、前記擬似溶接一体型クーポンの使用時に前記少なくとも 1 つの溝付垂直面、前記少なくとも 1 つの溝付水平面および前記少なくとも 1 つの湾曲面を前記磁力源の上方に支持するように構成されている、前記擬似溶接一体型クーポンの基部である、請求項 1 5 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 1 7】

前記擬似溶接一体型クーポンは、垂直すみ肉溶接のシミュレーションを受けるようにさらに構成される、請求項 1 5 に記載の仮想溶接システム。

【請求項 1 8】

前記少なくとも1つの溝付垂直面、前記少なくとも1つの溝付水平面、および前記少なくとも1つの湾曲面はそれぞれ、前記対話式仮想現実溶接環境において二重変位層としてシミュレートされ、二重変位層の各々は、固体変位層と熔融池変位層とを含み、前記熔融池変位層は前記固体変位層を変化させることができる、請求項15に記載の仮想溶接システム。

【請求項19】

前記動的な実時間の熔融金属流動性および放熱性の特徴は、溶接シミュレーション中に前記表示装置上に表示される、請求項15に記載の仮想溶接システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、仮想溶接環境で溶接のシミュレーションを行うためのシステムと、このようなシステムで使用する溶接クーポンとに関する。

【背景技術】

【0002】

数十年間にわたり、企業は溶接技術を教えてきた。従来、溶接は実世界の環境で教えられ、すなわち、溶接は実際に金属片に電極でアークを飛ばすことによって教えられている。訓練生が溶接を行っている間、その技術分野の熟練した指導者が訓練工程を監督して、場合に応じて修正する。指導および反復により、新しい訓練生は1つまたは複数の工程を使用した溶接方法を学習する。しかしながら、溶接を実行するたびに、教えられている溶接工程によって異なるコストが生じる。

20

【0003】

より近年においては、溶接工を訓練するためのコスト削減型のシステムが採用されている。いくつかのシステムはモーションアナライザを内蔵している。このアナライザは、溶接物、擬似電極、および擬似電極の移動を追跡する物理的モデルを含む。レポートが作成され、そこに電極先端が容認可能な移動範囲からどの程度はみ出したかが示される。より高度なシステムでは仮想現実の使用が導入され、これは仮想環境で擬似電極の操作とその結果として得られる溶接物とをシミュレートし、溶接工はこれを実時間で（例えば、視覚的に、聴覚的になど）観察できる。

【0004】

30

仮想現実溶接シミュレータは典型的に、溶接物の多数の異なる物理モデル（例えば、擬似溶接クーポン）を含み、各物理モデルによって溶接工はある種類の溶接を練習できる。例えば、1つの擬似溶接クーポンは直交する2つの表面を有していることができ、それによって溶接工はすみ肉溶接を練習でき、他の擬似溶接クーポンは溝のある表面を有していることができ、それによって溶接工はグループ溶接を練習できる。種類の異なる溶接のシミュレーションを切り換えるために、溶接工は擬似溶接クーポンを取り付け直すか、交換しなければならない。擬似溶接クーポンを取り付け直すか、または交換するために訓練を中断することは、溶接工にとって不便であるだけでなく、擬似溶接クーポンを取り付け直し、または交換することによって、溶接クーポンが不適切に装着される可能性がある。例えば、仮想現実溶接シミュレータが、擬似溶接クーポンが特定の固定された位置に位置付けられるものとしてプログラムされている場合、溶接工が溶接クーポンを別の誤った箇所に装着すると、その結果として得られる溶接シミュレーションデータは不正確となるであろう。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

下記の概要は、本明細書に記載されている装置およびシステムのいくつかの態様を基本的に理解できるようにするために簡略化した概要を示す。この概要は、本明細書に記載されている装置およびシステムの詳細な概要を示していない。このような装置およびシステムの重要な要素を特定すること、またはその範囲を限定することは意図されていない。そ

50

の唯一の目的は、いくつかの概念を、後述のより詳細な説明への導入部として簡単な形態で提示することである。特に、本発明は請求項 1 に記載の擬似溶接一体型クーポンと、請求項 6 または 12 に記載の仮想溶接システムとを提案する。好ましい実施形態は、説明、従属項および/または図面において開示されている。このように、複数の溝が、垂直グループ溶接のシミュレーション用に構成された垂直溝と、水平グループ溶接または平坦グループ溶接のシミュレーション用に構成された水平溝とを含んでいれば、および/または湾曲外面が管グループ溶接のシミュレーション用に構成された溝を含んでいれば好ましいことができる。

【0006】

1つの態様によれば、仮想溶接システムのための擬似溶接一体型クーポンが提供される。擬似溶接一体型クーポンは、第一の外面と、第一の外面に垂直な第二の外面とを含む。第一の外面および第二の外面は、協働して擬似溶接一体型クーポン上で複数の異なる種類のグループ溶接のシミュレーションを行うように構成された複数の溝を提供する。湾曲外面は、擬似溶接一体型クーポン上で管すみ肉溶接のシミュレーションを行うように構成される。磁力源は、擬似溶接一体型クーポンの周囲に、擬似溶接ツールの擬似溶接一体型クーポンに関する移動を追跡するための磁場を生成するように構成される。

【0007】

他の態様によれば、仮想溶接システムが提供される。仮想溶接システムは、溶接シミュレーションを実行するための擬似溶接ツールを含む。擬似溶接一体型クーポンは、擬似溶接ツールを使用して、複数の異なる種類の溶接シミュレーションを受けるように構成される。擬似溶接一体型クーポンは、少なくとも1つの溝付垂直面と、少なくとも1つの溝付水平面と、少なくとも1つの湾曲面とを含む。複数の異なる種類の溶接シミュレーションは、管すみ肉溶接と、垂直グループ溶接と、水平グループ溶接または平坦グループ溶接と、水平すみ肉溶接とを含む。プログラマブルプロセッサベースのサブシステムは、擬似溶接一体型クーポンに対応する仮想溶接一体型クーポン上で溶接作業をシミュレートする対話式仮想現実溶接環境を生成するためのコード化命令を実行するように動作可能である。対話式仮想現実溶接環境は、擬似溶接一体型クーポン上での溶接シミュレーションに回答して実時間で生成される仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む。表示装置がプログラマブルプロセッサベースのサブシステムに動作的に接続され、かつ仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む対話式仮想現実溶接環境を実時間で視覚的に描くように構成される。

【0008】

他の態様によれば、仮想溶接システムが提供される。仮想溶接システムは、溶接シミュレーションを実行するための擬似溶接ツールを含む。擬似溶接ツールは、磁場センサを含む。擬似溶接一体型クーポンは、擬似溶接ツールを使用して、複数の異なる種類の溶接シミュレーションを受けるように構成される。擬似世説一体型クーポンは磁力源を含み、これは、擬似溶接一体型クーポンの周囲に、擬似溶接ツールの擬似溶接一体型クーポンに関する移動を追跡するための磁場を生成するように構成される。擬似溶接一体型クーポンは、少なくとも1つの溝付垂直面、少なくとも1つの溝付水平面、および少なくとも1つの湾曲面をさらに含む。複数の異なる種類の溶接シミュレーションは、管すみ肉溶接と、垂直グループ溶接と、水平グループ溶接と、平坦グループ溶接と、水平すみ肉溶接と、管グループ溶接または上向きすみ肉溶接とを含む。プログラマブルプロセッサベースのサブシステムは、擬似溶接一体型クーポンに対応する仮想溶接一体型クーポン上で溶接作業をシミュレートする対話式仮想現実溶接環境を生成するためのコード化命令を実行するように動作可能である。対話式仮想現実溶接環境は、擬似溶接一体型クーポン上での溶接シミュレーションに回答して実時間で生成される仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む。仮想溶融池は動的な実時間の溶融金属の流動性および放熱性の特徴を含む。表示装置は、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムに動作的に接続され、かつ仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む対話式仮想現実溶接環境を実時間で視覚的に描くように構成される。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】仮想溶接システムを使用している溶接工の斜視図である。

【図2】仮想溶接システムを使用している溶接工の斜視図である。

【図3】仮想溶接システムの斜視図である。

【図4】仮想溶接システムの概略ブロック図である。

【図5】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図6】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図7】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図8】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

10

【図9】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図10】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図11】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図12】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図13】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図14】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図15】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図16】擬似溶接一体型クーボンの斜視図である。

【図17A-C】仮想現実空間内の擬似溶接一体型クーボンの表面をシミュレートするための例示的な二重変位層を概略的に示す。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

本願の主題は、溶接作業の訓練またはデモンストレーションで使用するための仮想溶接システムに関し、また、このようなシステムで使用する擬似溶接クーボンに関する。仮想溶接システムの詳細は、その全体が参照によって本願に援用される、2012年7月26日に公開された“VIRTUAL WELDING SYSTEM”という名称の米国特許出願公開第2012/0189993 A1号明細書(Kindigら)と、その全体が参照によって本願に援用される、2013年7月25日に公開された“VIRTUAL REALITY GTAW AND PIPE WELDING SIMULATOR AND SETUP”という名称の米国特許出願公開第2013/1089657 A1号明細書(Wallaceら)とに記載されている。

30

【0011】

ここで、本願の主題が図面を参照しながら説明され、全体を通じて、同様の参照番号は同様の要素を指す。各種の図面は必ずしも、相互間でも1つの図中でも正確な縮尺で描かれているとはかぎらず、特に、構成要素の大きさは、図面を理解しやすくするために任意に描かれていることがわかるであろう。以下の記述において、説明を目的として、数値による具体的な詳細が本願の主題を十分に理解できるようにするために示されている。しかしながら、本願の主題はこれらの具体的な詳細がなくても実施可能であることは明らかであろう。これに加えて、本願の主題の他の実施形態も可能であり、この主題は説明されているもの以外の方法でも実践および実行できる。主題を説明するために使用されている用語および語句は、主題の理解を補助するために使用されるものであり、限定的と解釈すべきではない。

40

【0012】

図1～3は、仮想溶接システムの構成要素を示しており、図4は仮想溶接システム10のブロック図を提供する。仮想溶接システムは、プログラマブルプロセッサベースのサブシステム12を含み、これは異なる溶接技術および工程について溶接工または使用者14に訓練を提供するための対話式仮想現実溶接環境を生成する。プログラマブルプロセッサベースのサブシステム12は、ガスマタルアーク溶接(GMAW)、シールドメタルアーク溶接(SMAW)、ガスタングステンアーク溶接(GTAW)、およびその他の様々な溶接工程を仮想現実空間でシミュレートし、溶接シミュレーションの進行および品質に関

50

する実時間のフィードバックを使用者 14 に提供することができる。プログラマブルプロセッサベースのサブシステム 12 は、1 つまたは複数のプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラなど）と、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムに、本明細書においてそれに付与される機能を提供させるコード化プログラム命令を保存および実行するための、それに関連するメモリ（RAM、ROM など）とを含むことができる。

【0013】

仮想溶接システム 10 は溶接ユーザインタフェース 16 を含み、これはプログラマブルプロセッサベースのサブシステムと通信する。溶接ユーザインタフェース 16 によって、使用者 14 は溶接工程のシミュレーションを設定できる。溶接ユーザインタフェース 16 は入力および出力装置、例えばビデオディスプレイ、キーボード、マウス、ジョイスティック、タッチスクリーンなどを含むことができる。溶接ユーザインタフェース 16 を通じて、使用者 14 は各種の仮想またはシミュレーションによる溶接パラメータ、例えば溶接電圧、溶接電流、溶接極性、溶接波形、ワイヤ送給速度などを選択または設定できる。溶接ユーザインタフェース 16 を通じて仮想溶接作業の実時間フィードバックを使用者 14 に提供できる。例えば、溶接の品質、欠陥、および溶融池の表現を含む溶接の進行状況を、溶接ユーザインタフェース 16 上で使用者 14 に対して実時間で表示できる。仮想溶接作業の実時間での聴覚的フィードバックもまた、溶接ユーザインタフェース 16 を通じて使用者 14 に提供できる。そのため、実世界での使用者 14 の溶接作業のシミュレーションが、仮想溶接作業に変換され、実時間で出力される。本明細書において使用されるかぎり、「実時間」という用語は、最終使用者 14 が実世界環境において、そのときに認知および経験するのと実質的に同じように、仮想環境においてそのときに認知および経験することを意味する。

【0014】

仮想溶接作業の実時間フィードバックはまた、顔面装着型表示装置 18 を通じて使用者に提供することもできる。顔面装着型表示装置 18 は、溶接ヘルメットに組み込むことができ、またはその代わりに、図 1 のように別々に装着してもよい。顔面装着型表示装置 18 は 2 つの高コントラストのマイクロディスプレイを含むことができ、これらは 2D およびフレームシーケンシャルビデオモードで流体のフルモーションビデオを供給できる。仮想溶接環境からの仮想画像、例えばビデオが、顔面装着型表示装置 18 に供給されて、そこで表示される。ズームモードも提供されてよく、それによって使用者 14 はチータプレートにシミュレートできる。顔面装着型表示装置 18 はスピーカをさらに含むことができ、これによって使用者 14 はシミュレーションによる溶接関連の音と環境音とを聞くことができる。顔面装着型表示装置 18 は、有線または無線手段を介してプログラマブルプロセッサベースのサブシステム 12 に動作的に接続される。

【0015】

訓練中、使用者 14 は擬似溶接ツール 20 を使用して溶接シミュレーションを実行する。擬似溶接ツール 20 は、実世界の溶接ツール、例えば手動溶接電極ホルダまたはアーク溶接トーチ等に似せられてもよい。擬似溶接ツール 20 は、実世界の溶接ツールと同じ形状、重量および/または感覚を有することができる。擬似溶接ツール 20 はプログラマブルプロセッサベースのサブシステム 12 と、有線または無線手段を使用して動作的に接続される。

【0016】

擬似溶接ツール 20 を使用して、使用者 14 は、擬似溶接クーポン、例えば擬似溶接一体型クーポン 22、22a、22b 上で溶接シミュレーションを行う。後で詳しく説明するように、擬似溶接一体型クーポン 22、22a、22b は、擬似溶接ツール 20 を使用して複数の異なる種類の溶接シミュレーションを受けるように構造的に構成される。従来の擬似溶接クーポンは、1 種類の溶接シミュレーション、例えば水平すみ肉溶接を受けるように構成されている。これに対して、本明細書で論じる擬似溶接一体型クーポンは、数種類の溶接シミュレーションを受けるように構成される。従来の擬似溶接クーポンはまた

、仮想溶接システムを適正に動作させるために、空間追跡システムの要素に関して正しく位置付けなければならない。本明細書で論じる特定の擬似溶接一体型クーポン 22、22a、22b は、その中に、一体型クーポンに関して固定された位置関係で構築されている空間追跡システムの要素を有しており、それによって一体型クーポンは本来的に正しく位置付けられる。

【0017】

図1～3に示されているように、仮想溶接システム10は、仮想溶接システムの構成要素を保管し、搬送するための筐体24を含むことができる。筐体24は、蓋26と、基部28とを含む。仮想溶接システム10の使用時、筐体24の蓋26は、溶接シミュレーション中に擬似溶接一体型クーポンを支持するためのスタンドとして使用でき、その一方で、システムの他の構成要素、例えばプログラブルプロセッサベースのサブシステムまたは溶接ユーザインタフェースは基部28の上に載ったままである。

10

【0018】

図5～8を参照すると、一例としての擬似溶接一体型クーポン22aが異なる面から示されている。擬似溶接一体型クーポン22aにより、擬似溶接ツールを使用して複数の異なる溶接をシミュレートできる。擬似溶接一体型クーポン22aは、底部30と、底部にかつ相互に垂直な第一および第二の壁部材32および34とを含む。底部30ならびに第一および第二の壁部材32および34は擬似溶接一体型クーポンの外面を提供し、その上で溶接シミュレーションを行うことができる。例えば、直線すみ肉溶接のシミュレーション、例えば水平すみ肉溶接のシミュレーション（例えば、溶接位置2F）を、底部30と第一の壁部材32との交差部33に沿って実行できる。異なる種類の直線すみ肉溶接シミュレーション、例えば垂直すみ肉溶接シミュレーション（例えば、溶接位置3F）を、第一および第二の壁部材32および34との交差部に沿って実行できる。

20

【0019】

底部30ならびに第一および第二の壁部材32および34は、各種グループ溶接をシミュレートするためのそれぞれの溝36、38、40を含む。底部30は溝付の水平面を形成し、これによって擬似溶接ツールを使用して平坦グループ溶接（例えば、溶接位置1G）をシミュレートできる。第一の壁部材32は水平溝38を含み、これによって水平グループ溶接（例えば、溶接位置2G）をシミュレートできる。第二の壁部材34は垂直溝40を含み、これによって垂直グループ溶接（例えば、溶接位置3G）をシミュレートできる。そのため、溝付底部30ならびに第一および第二の壁部材32および34により、擬似溶接ツールを使用して少なくとも5種類の溶接をシミュレートできる（2種類のすみ肉溶接および3種類のグループ溶接）。特定の実施形態において、擬似溶接一体型クーポン22aを使用してその他の溶接作業、例えば硬化肉盛のシミュレーションを行うこともできる。これに加えて、特定の実施形態において、擬似溶接一体型クーポン22aの位置を変えて（例えば、上下逆にして）、また別の溶接作業、例えば上向き直線すみ肉溶接（例えば、溶接位置4F）、上向きグループ溶接（例えば、溶接位置4G）、平坦すみ肉溶接（例えば、溶接位置1F）等をシミュレートできる。

30

【0020】

擬似溶接一体型クーポン22aは湾曲面42を含むことができ、これによって各種の管溶接をシミュレートできる。擬似溶接一体型クーポン22aの底部30は、湾曲面42の外まで突出し、それによって管すみ肉溶接を湾曲面と底部との交差部43に沿ってシミュレートできる。湾曲面は湾曲溝44を含み、これによって管グループ溶接（例えば、溶接位置2G）をシミュレートできる。特定の実施形態において、擬似溶接一体型クーポン22aは、位置を変えることによって他の管溶接を、例えば水平固定（例えば、溶接位置5G）または傾斜（例えば、溶接位置6G）溶接位置でシミュレートできる。

40

【0021】

擬似溶接一体型クーポン22aは磁力源46を含み、これは、一体型クーポンの周囲に磁気エンベロープを生成し、それによって擬似溶接ツールと、任意選択により顔面装着型表示装置との位置を追跡できる。擬似溶接一体型クーポン22aは、実質的に磁気エンベ

50

ローブを干渉しないか、実質的に歪めない、プラスチック等の材料で製作できる。磁力源 4 6 は、溶接シミュレーションの実行中に、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムによって作動される。擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の周囲に生成された磁気エンベロープは 3 次元空間を画定し、その中で使用者の動作、例えば擬似溶接ツールの移動と使用者の頭の動き（例えば、観察位置）とを追跡できる。

【 0 0 2 2 】

磁力源 4 6 は擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムにとって既知の固定位置に取り付けられ、使用者は、以前の仮想溶接システムのように磁力源 4 6 に関して擬似溶接一体型クーポンを手で正しく位置付ける必要がない。図 5 ~ 8 の実施形態において、磁力源 4 6 は擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の外面に取り付けられている。あるいは、擬似溶接一体型クーポンは、磁力源 4 6 のための筐体を形成することができ、磁力源は擬似溶接一体型クーポン内に位置付けることができる。特定の実施形態において、磁力源 4 6 は、擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の向きを決定する 1 つまたは複数の位置センサを含むことができる。擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の向きは、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムに転送でき、それによってプログラマブルプロセッサベースのサブシステムには、擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の向き、および何れの溶接のシミュレーションが行われるかがわかる。例えば、擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の向きに基づいて、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムは、2 つの面の交差部（例えば、底部 3 0 と第一の壁部材 3 2 との交差部 3 3）でシミュレートされるのが水平すみ肉溶接か上向きすみ肉溶接かを区別できる。

【 0 0 2 3 】

擬似溶接ツールおよび顔面装着型表示装置はセンサを含むことができ、これは磁力源 4 6 により生成される磁場に反応して、それに対応する相対位置情報をプログラマブルプロセッサベースのサブシステムに送信できる。センサは、交差する空間方向に整列された複数の誘導コイルを含むことができ、これらは実質的に直交するように整列されてもよい。誘導コイルは 3 方向の各々の磁場の強度を測定し、そのため位置情報を生成でき、これがプログラマブルプロセッサベースのサブシステムに提供される。プログラマブルプロセッサベースのサブシステムは、適当な電子部品を含むことができ、これらは自立型モジュールの形態であってよく、磁力源 4 6 を作動させ、制御し、また擬似溶接ツールおよび顔面装着型表示装置内の位置センサからの位置情報を受信 / 解釈する。

【 0 0 2 4 】

プログラマブルプロセッサベースのサブシステムは、仮想現実空間内での擬似溶接一体型クーポン 2 2 a の様々な面をシミュレートし、使用者の実世界の動きを追跡して、これらを仮想現実空間内での対応する運動に変換できる。この対話式仮想現実溶接環境は使用者に対し、使用者の実際の物理的な視点に応じて表示できる。

【 0 0 2 5 】

図 9 ~ 1 2 を参照すると、他の実施形態による擬似溶接一体型クーポン 2 2 b が示されている。図 9 ~ 1 2 に示される擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の実施形態において、擬似溶接一体型クーポンは磁力源 4 6 a の上に位置付けられ、それが擬似溶接一体型クーポンのための基部を提供する。擬似溶接一体型クーポン 2 2 b は一般に直方体の形状であり、溝または突出部分を有する各種の外面を有し、これらによって様々な種類の溶接をシミュレートできる。

【 0 0 2 6 】

擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の上面 5 0 は、水平溝 5 2 および上方に突出する円筒部分 5 4 を有する。水平溝 5 2 により、擬似溶接ツールを使用して平坦グループ溶接（例えば、溶接位置 1 G）をシミュレートできる。円筒部分 5 4 により、円筒部分と上面 5 0 との交差部 5 5 に沿って管すみ肉溶接をシミュレートできる。円筒部分 5 4 は円周溝（図示せず）を含むことができ、それによって管グループ溶接（例えば、溶接位置 2 G）をシミュレートできる。

【 0 0 2 7 】

擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の第一の垂直面 5 6 は水平タブ 5 8 を含むことができ、これは第一の垂直面から外側に突出する。水平すみ肉溶接のシミュレーション（例えば、溶接位置 2 F）を、水平タブ 5 8 の上面と第一の垂直面 5 6 との交差部 5 9 に沿って実行できる。上向きすみ肉溶接のシミュレーション（例えば、溶接位置 4 F）を、水平タブ 5 8 の下面と第一の垂直面との交差部に沿って実行できる。

【 0 0 2 8 】

擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の第二の垂直面 6 0 は垂直タブ 6 2 を含むことができ、これは第二の垂直面から外側に突出する。垂直すみ肉溶接のシミュレーション（例えば、溶接位置 3 F）を、垂直タブ 6 2 のそれぞれの側において、垂直タブ 6 2 および第二の垂直面の交差部 6 3 に沿って実行できる。

10

【 0 0 2 9 】

擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の第三の垂直面 6 4 は垂直溝 6 6 を含むことができ、これによって垂直グループ溶接（例えば、溶接位置 3 G）をシミュレートできる。

【 0 0 3 0 】

擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の第四の垂直面 6 8 は水平溝 7 0 を含むことができ、これによって水平溝溶接（例えば、溶接位置 2 G）をシミュレートできる。

【 0 0 3 1 】

そのため、擬似溶接一体型クーポン 2 2 b は、1 つのみの擬似溶接クーポンを使用して、複数の異なる種類の溶接（例えば、平坦グループ溶接、垂直グループ溶接、水平グループ溶接、管すみ肉溶接、水平すみ肉溶接、および上向きすみ肉溶接）のシミュレーションを行うように構成される。上述のように、磁力源 4 6 a は擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムにとって既知の固定位置に取り付けられ、使用者は磁力源に関する擬似溶接一体型クーポンを手で正確に位置付ける必要がない。さらに、磁力源 4 6 a は擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の底面に取り付けられ、擬似溶接一体型クーポンのためのベースとして機能する。垂直面 5 6、6 0、6 4、6 8 は、磁力源 4 6 a から上方に突出し、一体型クーポン 2 2 b の使用時に磁力源の上に支持される。

20

【 0 0 3 2 】

特定の実施形態において、擬似溶接一体型クーポン 2 2 b は複数の溝および/またはタブを一体型クーポンの同じ面に含み、それによって各種の異なる溶接を、擬似溶接一体型クーポンの同じ面を使用してシミュレートすることができる。例えば、擬似溶接一体型クーポン 2 2 b の 1 つの垂直面は、水平タブ 5 8 および垂直タブ 6 2 の両方を含むことができ、それによって水平、垂直、および上向きすみ肉溶接を擬似溶接一体型クーポンの共通の面でシミュレートできる。

30

【 0 0 3 3 】

図 1 3 ~ 1 6 を参照すると、また別の実施形態による擬似溶接一体型クーポン 2 2 c が示されている。擬似溶接一体型クーポン 2 2 c は、前述のように、1 つの擬似溶接一体型クーポンを使用して複数の異なる溶接のシミュレーションを行うための様々な円筒形突起、タブ、および溝を含むことができる。

【 0 0 3 4 】

40

図 1 3 ~ 1 6 に示される擬似溶接一体型クーポン 2 2 c の実施形態において、擬似溶接一体型クーポンはスタンド 7 2 に取り外し可能に取り付けられる。スタンドはアーム 7 4 を含み、擬似溶接一体型クーポン 2 2 c は、アーム 7 4 の端に滑らせて取り付けられるカラー 7 6 を含む。擬似溶接一体型クーポン 2 2 c は固定具、例えば位置決めねじを含むことができ、これが一体型クーポンをアーム 7 4 に固定する。特定の実施形態において、擬似溶接一体型クーポン 2 2 c は、アーム 7 4 に取り付けられた状態で回転させることができ、それによって異なる溶接をシミュレートできる。例えば、擬似溶接一体型クーポン 2 2 c は 4 5 °、9 0 °、1 8 0 ° などだけ回転させることができ、これによってシミュレート可能な様々な溶接の向きが変わる。例えば、図 1 4 に示される垂直溝 7 5 は、図 1 5 に示される水平位置に回転させることができ、それによって垂直グループ溶接と平坦グループ

50

溶接とを同じ溝付面を使用してシミュレートできる。同様に、下方に突出するタブ 77 により、擬似溶接一体型クーポン 22c を図 14 に示されるように位置付けられれば上向きすみ肉溶接をシミュレートでき、擬似溶接一体型クーポンを図 15 に示されるように位置付けられれば垂直すみ肉溶接をシミュレートできる。

【0035】

カラー 76 およびアーム 74 ならびにスタンド 72 は、擬似溶接一体型クーポン 22c がスタンド / アーム上で常に正しく位置付けられるようにキー連結することができる。

【0036】

特定の実施形態において、図 16 に示されるように、擬似溶接一体型クーポン 22c は、上記の代わりにスタンド 72 の上に設置することができ、これによって異なる種類の溶接をシミュレートできる。すなわち、擬似溶接一体型クーポン 22c をアーム 74 から取り外して、カラー 76 をスタンド 72 の円筒形上端 78 に滑らせて取り付け、一体型クーポンを再構成できる。擬似溶接一体型クーポン 22c の位置を変えることにより、一体型クーポンが 90° 回転し、これによってシミュレート可能な各種の溶接の向きが変わる。例えば、擬似溶接一体型クーポン 22c は円筒形突起 80 を含むことができ、これは、一体型クーポンがアーム 74 に取り付けられたときに垂直軸に沿って上向きとなり、一体型クーポンがスタンドの端 78 に取り付けられたときには水平軸に沿って横向きになる。異なる種類の管溶接を、擬似溶接一体型クーポン 22c の位置をアーム 74 からスタンドの端 78 へと変えることによってシミュレートできる。同様に、異なる種類の直線すみ肉溶接は、擬似溶接一体型クーポン 22c の位置をアーム 74 からスタンド 72 の端 78 に変更することによりシミュレートできる。例えば、図 14 の下方に突出するタブ 77 により、擬似溶接一体型クーポン 22c をアーム 74 に取り付けると上向きすみ肉溶接をシミュレートできる。擬似溶接一体型クーポン 22c を図 16 に示されるようにスタンド 72 の端 78 に移動させると、同じタブは水平に突出することになり、それによって水平すみ肉溶接をシミュレートできる。異なる種類のグループ溶接もまた、擬似溶接一体型クーポン 22c の位置をアーム 74 からスタンドの端 78 に変えることによってシミュレートできる。例えば、図 14 に示される垂直溝 75 により、擬似溶接一体型クーポン 22c をアーム 74 に位置付けたときには垂直グループ溶接をシミュレートできる。擬似溶接一体型クーポン 22c を図 16 に示されるようにスタンド 72 の端 78 に移動すると、同じ溝が水平に向くことになり、それによって水平グループ溶接をシミュレートできる。

【0037】

異なる溶接のシミュレーションを行うために溝、突起、タブその他を有することに加えて、図 13 ~ 16 に示されている擬似溶接一体型クーポン 22c は、直径の異なる穴 82、94 および段差部分 86、88 をさらに有する。穴 82、84 によって、プラグ溶接をシミュレートでき、段差部分 86、88 によって、ラップ溶接をシミュレートできる。当然のことながら、図 5 ~ 12 に示される擬似溶接一体型クーポン 22a、22b も、必要に応じて、プラグおよびラップ溶接をシミュレートできるように同様の穴および段差部分を有することができる。

【0038】

図 13 ~ 16 に示される実施形態において、磁力源 46b は擬似溶接一体型クーポン 22c に直接取り付けられていない。そうではなく、磁力源 46b は、擬似溶接一体型クーポン 22c を支持するスタンド 72 (例えば、アーム 74) に取り付けられる。磁力源 46b は、それがアーム 74 およびスタンドの端 78 の何れに取り付けられるかを問わず、擬似溶接一体型クーポン 22c を包囲するのに十分に大きい磁力エンベロープを生成するように構成できる。擬似溶接一体型クーポン 22c、磁力源 46b、またはスタンド 72 の何れも、スタンド上の一体型クーポンの位置 (すなわち、一体型クーポンがアーム 74 およびスタンドの端 78 の何れに取り付けられているか) を、有線または無線通信を介してプログラマブルプロセッサベースのサブシステムに知らせるように構成できる。例えば、一体型クーポン 22c またはスタンド 72 は、スタンド上の一体型クーポンの位置を特定するためのリミットスイッチまたはその他の種類のセンサを含むことができる。

【 0 0 3 9 】

図 4 に関して上述したように、仮想溶接システム 1 0 はプログラブルプロセッサベースのサブシステム 1 2 を含み、これは擬似溶接一体型クーポンに対応する仮想現実溶接一体型クーポン上で溶接作業をシミュレートする対話式仮想現実溶接環境を生成するためのコード化命令を実行するように動作可能である。対話式仮想現実溶接環境は、仮想溶接一体型クーポン（擬似溶接一体型クーポンに対応する）上の仮想溶融池を含む。仮想溶融池は、プログラブルプロセッサベースのサブシステム 1 2 によって、使用者による擬似溶接一体型クーポン上での溶接シミュレーションにตอบสนองして、現在の溶接パラメータ（例えば、電圧、電流、波形、極性など）に基づいて実時間で生成される。プログラブルプロセッサベースのサブシステム 1 2 により生成された対話式仮想現実溶接環境と使用者の仮想溶接作業とのシミュレーション結果は、溶接ユーザインタフェース 1 6 および / または顔面装着型表示装置 1 8 を介して使用者に対して表示され、聴覚的に再現される。仮想溶接システムは、仮想溶接一体型クーポン上の仮想溶融池を含む対話式仮想現実溶接環境を実時間で描くことによって、実際の溶接作業をシミュレートできる。

10

【 0 0 4 0 】

仮想溶融池は、動的な実時間の溶融金属流動性と吸熱および放熱性の特徴を含むことができ、これらは溶接シミュレーション中に使用者に対して表示される。ビードと溶融池のビジュアルは、w e x e l（すなわち、溶接要素）変位マップの状態によって駆動され、これについては後述する。動的な溶融池をシミュレートし、その特性を表示するために、プログラブルプロセッサベースのサブシステム 1 2 は、溶接の物理的機能または溶接工程および擬似溶接一体型クーポンの物理的モデルを利用できる。溶接の物理的機能は、動的流動性 / 粘性、固体性、熱勾配（吸熱および放熱）、溶融池ウェイク、およびビード形状を正確にモデル化するために二重変位層方式を利用する。

20

【 0 0 4 1 】

プログラブルプロセッサベースのサブシステム 1 2 は、加熱された溶融状態から冷却された固化状態までのあらゆる状態における溶接ビードをレンダリングするためのビードレンダリング機能をさらに利用できる。ビードレンダリング機能は、溶接の物理的機能（例えば、熱、流動性、変位、ダイムスペーシング）からの情報を使用して、溶接ビードを仮想現実空間内で正確かつリアルに実時間でレンダリングできる。

【 0 0 4 2 】

他のテクスチャ（例えば、スコーチ、スラグ、結晶粒）をシミュレートされた溶接ビードに重ねることができ、スパーク、スパッタ、煙、アークグロウ、フューム、ならびに例えばアンダカットおよびポロシティ等の不連続性をレンダリングし、使用者に対して表示できる。

30

【 0 0 4 3 】

擬似溶接一体型クーポン上で溶接をシミュレートする際、使用者は溶融池を仮想現実空間内で見て、シミュレートされた溶融池の、実時間の溶融金属流動性（例えば、粘性）および放熱性を含む各種の特徴を見ながら自らの溶接技術を改良できる。使用者はまた、実時間の溶融池ウェイクおよびダイムスペーシングを含むその他の特徴を見て、それにตอบสนองしてもよい。溶融池の特徴を見て、それにตอบสนองすることは、実世界で何回の溶接作業が実際に実行されるかである。溶接の物理的機能の二重変位層方式のモデリングによって、このような実時間の溶融金属流動性および放熱性の特徴を正確にモデル化し、使用者に提示できる。例えば、放熱で固化時間（すなわち、w e x e l が完全に固化するまでにかかる時間）が決まる。

40

【 0 0 4 4 】

さらに、使用者は、同じまたは異なる（例えば、第二の）擬似溶接ツール、溶接電極、および / または溶接工程を使用して、溶接ビード材料上に 2 回目のパスを行ってもよい。このような 2 回のパスを行う状況では、シミュレーションは、仮想現実空間内のシミュレートされた擬似溶接ツール、擬似溶接一体型クーポン、および当初のシミュレートされた溶接ビード材料を、2 回目のシミュレートされた溶融池をシミュレートされた擬似溶接ツ

50

ールから発せられるシミュレートされたアークの付近に形成することによって、シミュレートされた擬似溶接ツールが2回目のシミュレートされた溶接ビード材料を堆積させ、それが1回目のシミュレートされた溶接ビード材料と融合するときに示す。同じまたは異なる溶接ツールまたは工程を使用した追加のその後のパスも同様に行われてよい。2回目またはその後の何れのパスでも、それ以前の溶接ビード材料は堆積される新しい溶融ビード材料と、新しい溶融池が仮想現実空間内で、それ以前の溶接ビード材料、新しい溶接ビード材料、および場合によりその下にある一体型クーボン材料との何れかの組合せから形成されるときに融合する。このような後続のパスは、例えば、それ以前のパスで形成された溶接ビードを修復するために実行されてもよく、またはヒートパス、および管溶接において行われるようなルートパスの後の1つまたは複数のギャップ閉鎖パスを含んでいてもよい。各種の実施形態によれば、ベースおよび溶接ビード材料、軟鋼、ステンレス鋼、およびアルミニウムを含むようにシミュレートできる。例えば、擬似溶接一体型クーボンは、仮想現実空間において、軟鋼、ステンレス鋼、またはアルミニウムに見えるように描くことができ、仮想溶融池の特性（例えば、加熱または冷却）をそれに応じて制御できる。

【0045】

擬似溶接一体型クーボンは、実世界において、例えばプラスチック部品として存在し、また、仮想現実空間（すなわち、対話式仮想現実溶接環境中）でも仮想溶接一体型クーボンとして存在する。プロクラマブルプロセッサベースのサブシステム12において、仮想溶接一体型クーボンの、擬似溶接一体型クーボンの実際の面に対応するシミュレートされた面は、溶接要素の格子またはアレイに細分され、これは“wexel”と呼ばれ、wexelマップを形成する。各wexelは、擬似溶接一体型クーボンの表面の小さい一部を定義する。wexelマップは、表面分解能を定義する。可変的なチャンネルパラメータの数値が各wexelに割り当てられ、これによって、溶接シミュレーション中に対話式仮想現実溶接環境内で各wexelの数値を実時間で動的に変化させることができる。可変的なチャンネルパラメータの数値は、Puddle（溶融金属流動性/粘性変位）、Heat（吸熱/放熱）、Displacement（固体変位）、Extra（各種のその他の状態、例えば、スラグ、結晶粒、スコーチ、パージンメタル）の各チャンネルに対応する。これらの可変的なチャンネルは、Puddle、Heat、Extra、およびDisplacementをそれぞれとってPHEDと呼ぶことができる。

【0046】

Puddleチャンネルは、そのwexel位置におけるすべての液化した金属に関する変位の数値を保存する。Displacementチャンネルは、そのwexel位置における固化した金属の変位の数値を記憶する。Heatチャンネルは、そのwexel位置における熱の大きさを示す数値を記憶する。このようにして、一体型クーボンの溶接可能部分は、溶接ビードによる変位、液体金属による「溶融池」の表面の揺らぎ、熱による色などを示すことができる。

【0047】

変位マップおよび粒子システムは、粒子が相互作用し、変位マップと衝突できる場合に使用できる。粒子は仮想動的流体粒子であり、溶融池の液体挙動を提供するが、直接レンダリングされない（すなわち、視覚的に直接見えない）。その代わりに、変位マップへの粒子の影響のみが視覚的に見える。wexelへの熱入力とその付近の粒子の移動に影響を与える。溶融池のシミュレーションに関わる変位には2種類あり、これにはPuddleおよびDisplacementが含まれる。Puddleは「一時的」であり、粒子および熱が存在している間のみ継続する。Displacementは「永久的」である。Puddle変位は、急速に変化する（すなわち、揺らぐ）溶接の液体金属であり、Displacementの「上に」とあると考えることができる。粒子は、仮想表面変位マップ（すなわち、wexelマップ）の一部に重なる。Displacementは、初期のベース金属と固化した溶接ビードの両方を含む永久的な固体金属を表す。

【0048】

ある例示的な実施形態によれば、仮想現実空間における溶接工程のシミュレーションは

以下のように行われる：細い円錐のエミッタ（シミュレートされた擬似溶接ツールのエミッタ）から粒子が流れる。粒子は最初に擬似溶接一体型クーポンの表面と接触し、この表面はwexelマップにより画定される。粒子は相互に、およびwexelマップと相互作用して、実時間で堆積する。熱の入力が大きいほど、wexelはエミッタに近い。熱は、アーク点からの距離とアークから熱が供給される時間の長さに応じてモデル化される。特定のビジュアル（例えば、色その他）が熱によって変化する。溶融池は、仮想現実空間内で、十分な熱を有するwexelについて描かれ、またはレンダリングされる。十分に高温であれば常に、wexelマップは液化し、これらのwexel位置に関して、Puddle変位が「上昇する」。Puddle変位は、各wexel位置における「最も高い」粒子をサンプリングすることによって決定される。エミッタが溶接軌道に沿って移動するのに伴い、wexel位置が冷える。熱はwexel位置から特定の速度で除去される。ある冷却閾値に到達すると、wexelマップが固化する。そのため、Puddle変位は徐々にDisplacement（すなわち、固化したビード）に変換される。Displacementが追加されることは、Puddleが取り除かれることと等しく、それによって全体的な高さは変化しない。粒子の寿命は、固化が完了するまで継続するように調整される。モデル化可能な特定の粒子特性には、吸引／反発、速度（熱に係する）、減衰（放熱に係する）、および方向（重力に係する）が含まれる。

【0049】

図17a～17cは、仮想溶接システムにより使用されるデュアルまたは二重変位（変位と粒子）溶融池モデルの概念のある例示的な実施形態を示す。前述のように複数の面を有する擬似溶接一体型クーポンは、仮想現実溶接環境でシミュレートされる。前述の表面（例えば、溝付水平面、溝付垂直面、溝付湾曲面、段差のある面など）は、仮想現実溶接環境内で、固体変位層と溶融池変位層とを有する二重変位層としてシミュレートされる。溶融池変位層は、固体変位層を変化させることができる。

【0050】

本明細書において、「溶融池」とは、wexelマップ内でPuddleの数値が粒子の存在によって上昇されている領域により定義される。サンプリング工程は図17a～17cに示されている。wexelマップのうち、7つの隣接するwexelを有する区間が示されている。現在のDisplacementの数値は、ある高さの（すなわち、各wexelに関するある変位）の影付きでない長方形のバー1710により示される。図17aにおいて、粒子1720は、現在のDisplacementの高さに衝突し、積み重なる丸い、影付きのないドットとして示されている。図17bにおいて、「最も高い」粒子の高さ1730が各wexel位置でサンプリングされる。図17cにおいて、影付きの長方形1740は、粒子の結果として、PuddleがDisplacementの上にどの程度追加されたかを示す。溶融池の高さは、サンプリングされた数値に瞬時に設定されず、それは、PuddleがHeatに基づく特定の液化速度で追加されるからである。図17a～17cには示されていないが、Puddle（影付きの長方形）が徐々に収縮し、Displacement（影付きのない長方形）が徐々に下から伸びて、完全にPuddleに取って代わるときの固化工程を視覚化することが可能である。このようにして、実時間の溶融金属の流動性の特徴が正確にシミュレートされる。使用者が特定の溶接工程を練習する際、使用者は、溶融金属の流動性および溶融池の放熱性の特徴を実時間で仮想現実空間において観察し、この情報を使用して自らの溶接技術を調整または保持することができる。

【0051】

擬似溶接一体型クーポンの表面を表すwexelの数は一定である。さらに、シミュレーションによって流動性をモデル化するために生成される溶融池粒子は、本明細書に記載されているように一時的である。したがって、当初の溶融池が溶接工程のシミュレーション中に仮想現実空間内で生成されると、wexelに溶融池粒子を足した数は比較的一定のままである。これは、処理されるwexelの数が一定で、溶接工程中に存在し、処理

10

20

30

40

50

される溶融池粒子の数が、溶融池粒子が同じ速度で「作られ」ては「消える」（すなわち、溶融池粒子が一時的である）ために比較的一定のままの傾向があるからである。したがって、プログラマブルプロセッサベースのサブシステムの処理負荷は、溶接シミュレーションのセッションを通じて比較的一定のままである。

【 0 0 5 2 】

本開示は例示のためであり、本開示に含まれる教示の公正な範囲から逸脱することなく、詳細事項を追加、改良、または除去することによって様々な変更形態をなし得ることは明らかなはずである。したがって本発明は、下記の特許請求の範囲が必然的にそのように限定される場合を除き、本開示の特定の詳細事項に限定されない。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 5 3 】

- 1 0 仮想溶接システム
- 1 2 サブシステム
- 1 4 使用者
- 1 6 溶接ユーザインタフェース
- 1 8 表示装置
- 2 0 擬似溶接ツール
- 2 2 擬似溶接一体型クーポン
- 2 2 a 擬似溶接一体型クーポン
- 2 2 b 擬似溶接一体型クーポン
- 2 2 c 擬似溶接一体型クーポン
- 2 4 筐体
- 2 6 蓋
- 2 8 基部
- 3 0 底部
- 3 2 第一の壁
- 3 3 交差部
- 3 4 第二の壁
- 3 6 溝
- 3 8 溝
- 4 0 溝
- 4 2 湾曲面
- 4 3 交差部
- 4 4 湾曲溝
- 4 6 磁力源
- 4 6 a 磁力源
- 4 6 b 磁力源
- 5 0 上面
- 5 2 水平溝
- 5 4 上方に突出する円筒形部分
- 5 5 交差部
- 5 6 第一の水著面
- 5 8 水平タブ
- 6 0 第二の垂直面
- 6 2 垂直タブ
- 6 3 交差部
- 6 4 第三の垂直面
- 6 6 垂直溝
- 6 8 第四の垂直面
- 7 0 水平溝

20

30

40

50

- 7 2 スタンド
- 7 4 アーム
- 7 5 垂直溝
- 7 6 カラー
- 7 7 下方に突出するタブ
- 7 8 円筒上端
- 8 0 円筒形の突起
- 8 2 穴
- 8 4 穴
- 8 6 階段状部分
- 8 8 階段状部分
- 1 7 1 0 長方形のバー
- 1 7 2 0 粒子
- 1 7 3 0 粒子の高さ
- 1 7 4 0 影付きの長方形

10

【図 1】

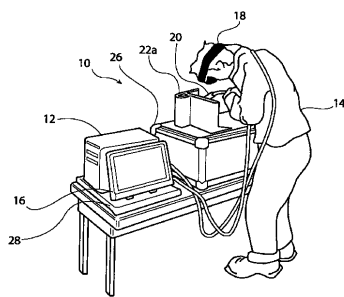


FIG. 1

【図 2】

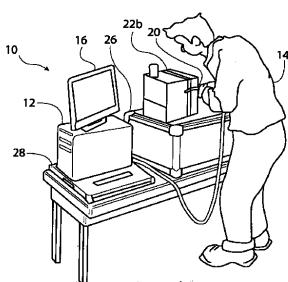


FIG. 2

【図 3】

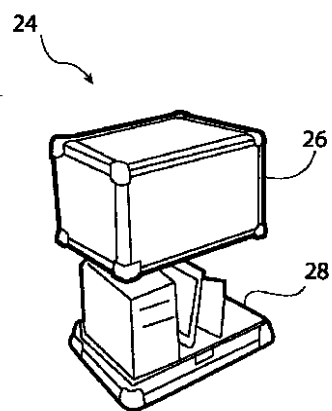
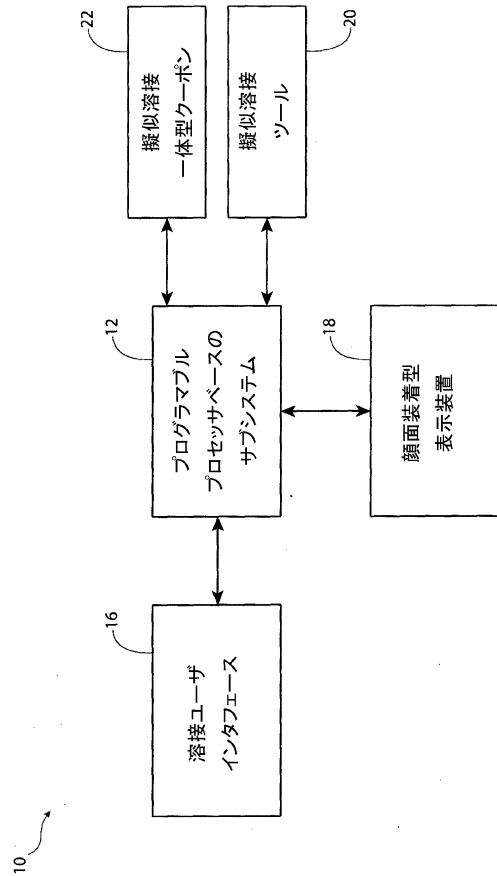


FIG. 3

【図 4】



【図 5】

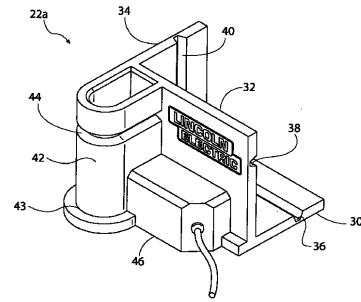


FIG. 5

【図 6】

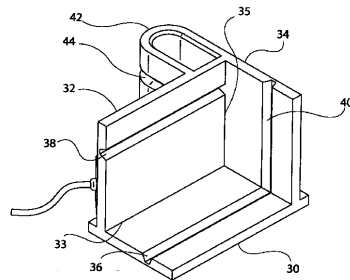


FIG. 6

【図 7】

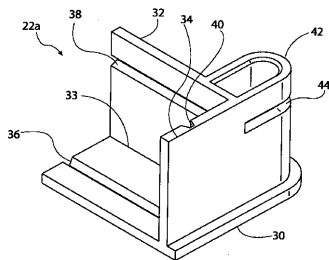


FIG. 7

【図 8】

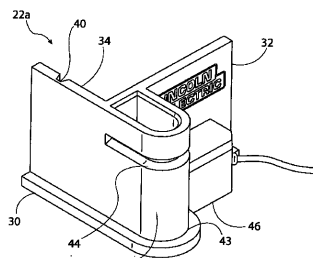


FIG. 8

【図 9】

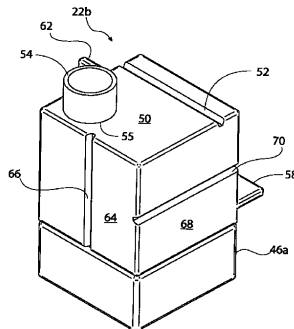


FIG. 9

【図 10】

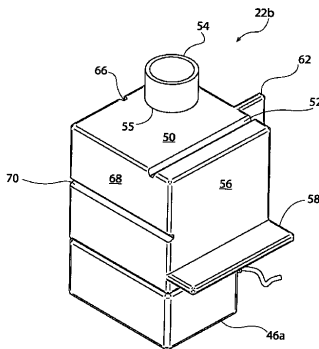


FIG. 10

【図 1 1】

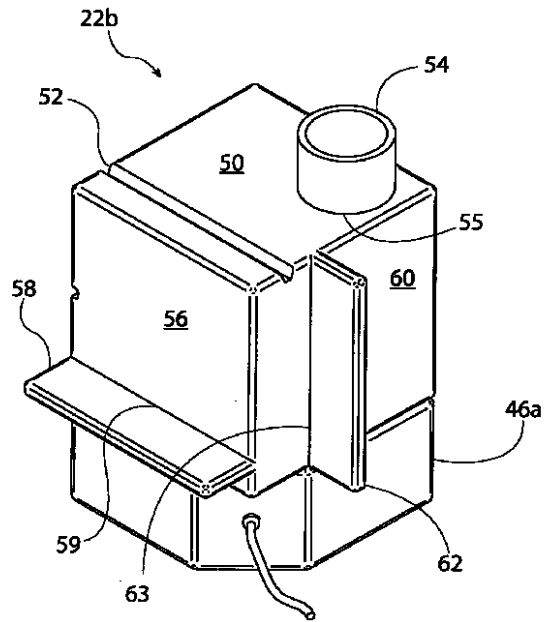


FIG. 11

【図 1 2】

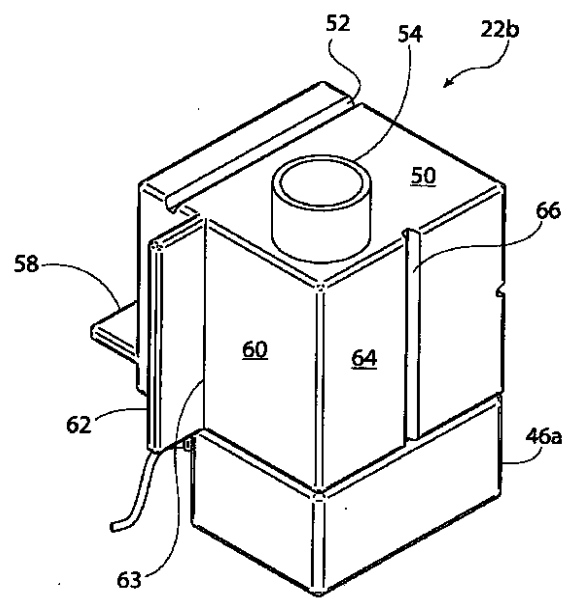


FIG. 12

【図 1 3】

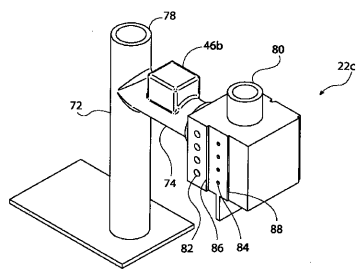


FIG. 13

【図 1 4】

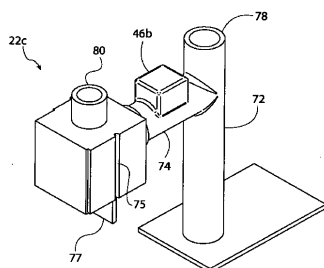


FIG. 14

【図 1 5】

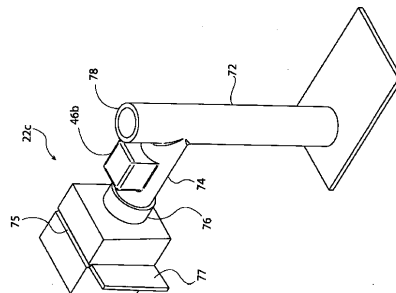


FIG. 15

【図 1 6】

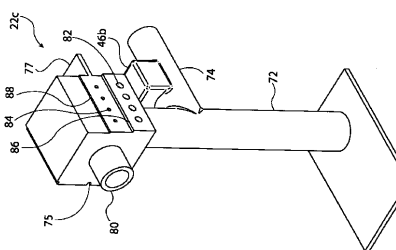


FIG. 16

【図 17 A】

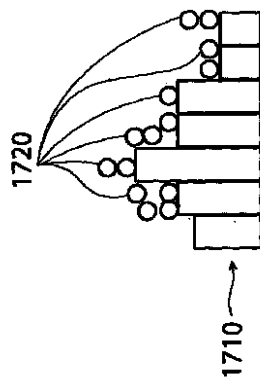


FIG. 17A

【図 17 B】

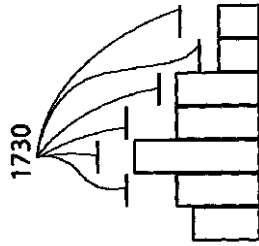


FIG. 17B

【図 17 C】

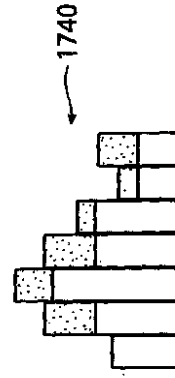


FIG. 17C

フロントページの続き

(72)発明者 リーチ, ジェイソン

アメリカ合衆国 44118 オハイオ州, クリーヴランド ハイツ, スティルマン・ロード 2
105, #3

(72)発明者 アディットジャンドラ, アントニウス

アメリカ合衆国 44024 オハイオ州, チャードン, オーバーン・ロード 10263

(72)発明者 ポストレスウェイト, ディーナ

アメリカ合衆国 44022 オハイオ州, チャグリッ フォールズ, ベル・ストリート 423

審査官 比嘉 翔一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0189657(US, A1)

米国特許出願公開第2011/0091846(US, A1)

登録実用新案第3201785(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B 1/00 - 9/56

G09B17/00 - 19/26

G09B23/00 - 29/14

B23K31/00 - 33/00

B23K37/00 - 37/08

JSTPlus(JDreamIII)