

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7158351号
(P7158351)

(45)発行日 令和4年10月21日(2022.10.21)

(24)登録日 令和4年10月13日(2022.10.13)

(51)国際特許分類	F I
B 2 3 K 9/04 (2006.01)	B 2 3 K 9/04 G
B 2 3 K 9/032(2006.01)	B 2 3 K 9/032 Z
B 2 3 K 9/12 (2006.01)	B 2 3 K 9/04 Z
B 2 9 C 64/118(2017.01)	B 2 3 K 9/12 3 3 1 Q
B 2 9 C 64/393(2017.01)	B 2 9 C 64/118
請求項の数 6 (全17頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2019-146490(P2019-146490)	(73)特許権者	000001199 株式会社神戸製鋼所
(22)出願日	令和1年8月8日(2019.8.8)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(65)公開番号	特開2021-23983(P2021-23983A)	(74)代理人	100104880 弁理士 古部 次郎
(43)公開日	令和3年2月22日(2021.2.22)	(74)代理人	100125346 弁理士 尾形 文雄
審査請求日	令和3年10月26日(2021.10.26)	(74)代理人	100166981 弁理士 砂田 岳彦
		(72)発明者	佐藤 伸志 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
		(72)発明者	山田 岳史 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 造形物の製造方法、造形物の製造手順生成装置、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造方法であって、

前記積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する工程と、

前記平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、当該特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する工程と、

設定された前記運棒法にてビードを積層する工程とを含むことを特徴とする造形物の製造方法。

【請求項2】

前記形成面は、前記積層体を構成する複数の層の各層における面であることを特徴とする請求項1に記載の造形物の製造方法。

【請求項3】

前記形成面は、前記積層体を構成する複数のビードの端部が連なった面であることを特徴とする請求項1に記載の造形物の製造方法。

【請求項4】

前記少なくとも一部の箇所は、機械加工を受ける箇所であることを特徴とする請求項1に記載の造形物の製造方法。

【請求項 5】

アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造手順生成装置であって、

前記積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する平坦度算出手段と、

前記平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、当該特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する運棒設定手段と、

設定された前記運棒法にてビードを積層する積層手順を生成する積層手順生成手段とを備えたことを特徴とする造形物の製造手順生成装置。

10

【請求項 6】

アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造手順生成装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムであって、

前記コンピュータを、

前記積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する平坦度算出手段と、

前記平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、当該特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する運棒設定手段と、

設定された前記運棒法にてビードを積層する積層手順を生成する積層手順生成手段として機能させるためのプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを母材上に複数重ねた積層体を含む造形物の製造方法、そのような造形物の製造手順生成装置、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

アーク溶接による多層盛りにおいて、トーチを傾斜させながら溶接することがあり、例えば溶接進行方向と直交する面内でトーチの傾斜角を調整することにより、残層の溶接ビードを形成する時の熱の入り具合を調整する技術が知られている（特許文献1参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2013-146753号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを母材上に複数重ねた積層造形物を製造する際、一般の多層盛りに比べて、各層又は溶融ビードのパスごとに入熱量や溶け込みのより高度な調整が必要とされる。また、積層造形では一般の多層盛りに比べてパス数が非常に多いため、造形が進むにつれて母材や積層ビードの蓄熱が進む傾向にある。従って、単一の溶け込み条件で三次元形状を積層造形すると、溶け込みが深すぎる箇所や溶け込みが浅すぎる箇所が生じてしまうおそれがある。

40

【0005】

本発明の目的は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを母材上に複数重ねた積層体を含む造形物を製造する際に、場所ごとに必要な溶け込み深さを確保することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 6 】

かかる目的のもと、本発明は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造方法であって、積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する工程と、平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する工程と、設定された運棒法にてビードを積層する工程とを含む造形物の製造方法を提供する。

【 0 0 0 7 】

形成面は、積層体を構成する複数の層の各層における面であってもよいし、積層体を構成する複数のビードの端部が重なった面であってもよい。

10

【 0 0 0 8 】

上記少なくとも一部の箇所は、機械加工を受ける箇所であってよい。

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造方法であって、隣接する2つのビードの間に形成される狭隘部に對し、後進溶接にてビードを形成する造形物の製造方法も提供する。

【 0 0 1 0 】

更に、本発明は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造手順生成装置であって、積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する平坦度算出手段と、平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する運棒設定手段と、設定された運棒法にてビードを積層する積層手順を生成する積層手順生成手段とを備えた造形物の製造手順生成装置も提供する。

20

【 0 0 1 1 】

更にまた、本発明は、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを複数重ねた積層体を含む造形物の製造手順生成装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムであって、コンピュータを、積層体の積層計画からビードが形成される形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する平坦度算出手段と、平坦度が閾値を超える特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、特定の領域以外の他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する運棒設定手段と、設定された運棒法にてビードを積層する積層手順を生成する積層手順生成手段として機能させるためのプログラムも提供する。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、アークを用いて溶加材を溶融及び固化してなるビードを母材上に複数重ねた積層体を含む造形物を製造する際に、場所ごとに必要な溶け込み深さを確保することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

40

【 図 1 】 本発明の実施の形態における金属積層造形システムの概略構成例を示した図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態における積層計画装置のハードウェア構成例を示す図である。

【 図 3 】 (a) は、前進溶接について示した図であり、(b) は、後進溶接について示した図である。

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施の形態で製造される積層造形物及びその層の平坦度の評価方法の一例を示した図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施の形態における溶接方法の一例を示した図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施の形態における平坦度の算出方法の一例を示した図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 の実施の形態で製造される積層造形物の一例を示した図である。

50

【図 8】(a) ~ (c) は、本発明の第 2 の実施の形態でビードの端部が連なった面にカパービードを盛る際の溶接方法の一例を示した図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態における平坦度の算出方法の一例を示した図である。

【図 10】本発明の実施の形態における積層計画装置の機能構成例を示した図である。

【図 11】本発明の実施の形態における制御装置の機能構成例を示した図である。

【図 12】本発明の実施の形態における積層計画装置の動作例を示したフローチャートである。

【図 13】本発明の実施の形態における積層計画装置が行う運棒設定処理の例を示したフローチャートである。

【図 14】本発明の実施の形態における制御装置の動作例を示したフローチャートである。 10

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0015】

[金属積層造形システムの構成]

図 1 は、本実施の形態における金属積層造形システム 1 の概略構成例を示した図である。

【0016】

図示するように、金属積層造形システム 1 は、溶接ロボット (マニピュレータ) 10 と、CAD 装置 20 と、積層計画装置 30 と、制御装置 50 とを備える。また、積層計画装置 30 は、溶接ロボット 10 を制御する制御プログラムを、例えばメモリカード等のリムーバブルな記録媒体 70 に書き込み、制御装置 50 は、記録媒体 70 に書き込まれた制御プログラムを読み出すことができるようになっている。 20

【0017】

溶接ロボット 10 は、複数の関節を有する腕 (アーム) 11 を備え、制御装置 50 が読み込んだ制御プログラムに従って動作することで溶接作業を行う。また、溶接ロボット 10 は、腕 11 の先端に手首部 12 を介して、積層体の一例である積層造形物 100 を造形するための溶接トーチ 13 を有している。そして、金属積層造形システム 1 の場合、溶接ロボット 10 は、軟鋼製の溶加材 (ワイヤ) 14 を溶融しながら、溶接トーチ 13 を移動させて、積層造形物 100 を製造する。具体的には、溶接トーチ 13 は、溶加材 14 を供給しつつ、シールドガスを流しながらアークを発生させて溶加材 14 を溶融及び固化し、母材 90 上に複数層のビード 101 を積層して積層造形物 100 を製造する。尚、ここでは、溶加材 14 を溶融する熱源としてアークを用いるが、レーザやプラズマを用いてもよい。また、溶接ロボット 10 は、この他に、溶加材 14 を送給する送給装置等も含むが、これについては説明を省略する。 30

【0018】

CAD 装置 20 は、コンピュータを用いて造形物の設計を行うと共に、設計によって得られた三次元データ (以下、「三次元 CAD データ」という) を保持する機能を有している。

【0019】

積層計画装置 30 は、CAD 装置 20 が保持する三次元 CAD データに基づいて積層造形物 100 の積層計画を作成する。つまり、溶接トーチ 13 の軌道を決定すると共に、溶接ロボット 10 が溶接する際の溶接条件を決定する。そして、この決定した軌道に沿って決定した溶接条件でビード 101 を形成するように溶接ロボット 10 を制御するための制御プログラムを生成し、この制御プログラムを記録媒体 70 に出力する。本実施の形態では、造形物の製造手順生成装置の一例として、積層計画装置 30 を設けている。 40

【0020】

制御装置 50 は、記録媒体 70 から制御プログラムを読み込んで保持する。そして、この制御プログラムを動作させることにより、積層計画装置 30 で作成された積層計画に従って、つまり、積層計画装置 30 で決定された軌道に沿って、積層計画装置 30 で決定された溶接条件でビード 101 を形成するよう、溶接ロボット 10 を制御する。 50

【 0 0 2 1 】

[積層計画装置のハードウェア構成]

図 2 は、積層計画装置 3 0 のハードウェア構成例を示す図である。

【 0 0 2 2 】

図示するように、積層計画装置 3 0 は、例えば汎用の P C (Personal Computer) 等により実現され、演算手段である C P U 3 1 と、記憶手段であるメインメモリ 3 2 及び磁気ディスク装置 (H D D : Hard Disk Drive) 3 3 とを備える。ここで、C P U 3 1 は、O S (Operating System) やアプリケーションソフトウェア等の各種プログラムを実行し、積層計画装置 3 0 の各機能を実現する。また、メインメモリ 3 2 は、各種プログラムやその実行に用いるデータ等を記憶する記憶領域であり、H D D 3 3 は、各種プログラム

10

【 0 0 2 3 】

また、積層計画装置 3 0 は、外部との通信を行うための通信 I / F 3 4 と、ビデオメモリやディスプレイ等からなる表示機構 3 5 と、キーボードやマウス等の入力デバイス 3 6 と、記録媒体 7 0 に対してデータの読み書きを行うためのドライバ 3 7 とを備える。尚、図 2 は、積層計画装置 3 0 をコンピュータシステムにて実現した場合のハードウェア構成を例示するに過ぎず、積層計画装置 3 0 は図示の構成に限定されない。

【 0 0 2 4 】

また、図 2 に示したハードウェア構成は、制御装置 5 0 のハードウェア構成としても捉えられる。但し、制御装置 5 0 について述べるときは、図 2 の C P U 3 1、メインメモリ 3 2、磁気ディスク装置 3 3、通信 I / F 3 4、表示機構 3 5、入力デバイス 3 6、ドライバ 3 7 をそれぞれ、C P U 5 1、メインメモリ 5 2、磁気ディスク装置 5 3、通信 I / F 5 4、表示機構 5 5、入力デバイス 5 6、ドライバ 5 7 と表記するものとする。

20

【 0 0 2 5 】

[本実施の形態の概要]

このような構成を備えた金属積層造形システム 1 でビード 1 0 1 を形成する際、溶接トーチ 1 3 の運棒法に着目した溶接方法としては、溶接トーチ 1 3 を垂直に立てて行う溶接の他に、前進溶接及び後進溶接の何れかを用いることが可能である。

【 0 0 2 6 】

図 3 (a) は、前進溶接について示した図である。図示するように、前進溶接は、矢印 1 1 1 で示す溶接の進行方向を溶接トーチ 1 3 の方向と同じにする溶接のことである。即ち、前進溶接では、母材 9 0 上の溶接トーチ 1 3 が傾いた側にビード 1 0 1 が盛られることになる。

30

【 0 0 2 7 】

図 3 (b) は、後進溶接について示した図である。図示するように、後進溶接は、矢印 1 1 1 で示す溶接の進行方向を溶接トーチ 1 3 の方向と反対にする溶接のことである。即ち、後進溶接では、母材 9 0 上の溶接トーチ 1 3 が傾いた側とは反対側にビード 1 0 1 が盛られることになる。

【 0 0 2 8 】

このうち、後進溶接は、前進溶接に比べて、溶け込み量が多いことが知られている。

40

【 0 0 2 9 】

そこで、本実施の形態では、積層造形物 1 0 0 を製造する際に、未溶着が起き易い箇所については、後進溶接にて溶け込みを深くするようにした。具体的には、積層造形物 1 0 0 の積層計画から各層の平坦度を算出し、平坦度が閾値を超える領域に対しては後進溶接にてビード 1 0 1 を積層し、それ以外の箇所に対しては前進溶接にてビード 1 0 1 を積層するようにした。

【 0 0 3 0 】

特に、ビード 1 0 1 の端部が連なった面は凹凸が大きくなって未溶着が起き易い。そこで、本実施の形態では、積層造形物 1 0 0 を製造する際に、ビード 1 0 1 の端部が連なった面に対し、後進溶接にてカバービードを盛って溶け込みを深くするようにした。具体的

50

には、積層造形物 100 の積層計画からビード 101 の端部が連なった面の平坦度を算出し、平坦度が閾値を超える領域に対しては後進溶接にてビード 101 を積層し、それ以外の箇所に対しては前進溶接にてビード 101 を積層するようにした。

【0031】

一方で、前進溶接はビードの表面が平らになり易い傾向があるため、積層平面の平坦度確保が優先される箇所においては、前進溶接によって積層することが好ましい。例えば造形物の機械加工を受ける箇所（例えば最表面）は、機械加工負荷を低減するために平坦度をなるべく小さくした方がよいので、前進溶接によって積層するとよい。

【0032】

以下、後進溶接にて溶け込みを深くする実施の形態を第 1 の実施の形態として、後進溶接にてカバービードを盛る実施の形態を第 2 の実施の形態として、その概要を説明する。尚、本明細書において、平坦度とは、JIS で定義された平面度のことをいうものとする。JIS では、平面度は、平面形体の幾何学的に正しい平面からの狂いの大きさと定義されている。例えば、ある平面形体を 2 つの平面で挟んだときに、その 2 つの平面間に 0.1 mm の幅があったならば、平面度は 0.1 mm となる。

【0033】

（第 1 の実施の形態）

図 4 は、第 1 の実施の形態で製造される積層造形物 100 及びその層の平坦度の評価方法の一例を示した図である。

【0034】

第 1 の実施の形態では、ビード 101 が複数重ねられた積層造形物 100 が製造されるが、ここでは、説明を簡単にするため、1 層目のみを示している。図示するように、この層は、3 本のビード 101 を母材 90 上に形成することにより構成されている。これにより、隣接するビード 101 間の谷間が 2 本できるので、2 本の狭隘部 102 が生じている。

【0035】

また、積層造形物 100 の 1 層目の平坦度は、母材 90 に略垂直でかつビード 101 の方向に略垂直な平面 112 上で算出される。即ち、この平面 112 で切断したときの 3 本のビード 101 の切断面の上側の線をつないだ凸凹線 103 の平坦度が、1 層目の平坦度として算出される。

【0036】

図 5 は、第 1 の実施の形態における溶接方法の一例を示した図である。図示するように、第 1 の実施の形態では、隣接する 2 本のビード 101 間の狭隘部 102 に、溶接トーチ 13 で溶接を行う。この際、母材 90 に略垂直でかつ形成済みのビード 101 の方向に略垂直な平面 112（図 4 参照）上でこれらのビード 101 の平坦度に応じて、溶接トーチ 13 の傾きを変更しながら、新たなビード 101 を狭隘部 102 に形成する。例えば、溶接トーチ 13 が新たなビード 101 を狭隘部 102 に形成し始めてから直線 113 に達するまでの平坦度が閾値 F_1 よりも大きければ、図示するように、後進溶接にて新たなビード 101 を形成すればよい。また、溶接トーチ 13 が直線 113 を過ぎてから直線 114 に達するまでの平坦度が閾値 F_1 以下かつ閾値 F_2 ($F_2 > F_1$) 以上であれば、溶接トーチ 13 を垂直に立てて新たなビード 101 を形成すればよい。更に、溶接トーチ 13 が直線 114 を過ぎてから新たなビード 101 を狭隘部 102 に形成し終わるまでの平坦度が閾値 F_2 よりも小さければ、前進溶接にて新たなビード 101 を形成すればよい。

【0037】

ここで、第 1 の実施の形態における平坦度の算出方法について説明する。

【0038】

図 6 は、第 1 の実施の形態における平坦度の算出方法の一例を示した図である。図では、母材 90 上に 2 つのビード 101 が隣接して形成され、これら隣接するビード 101 間に狭隘部 102 が生じている。この場合、上述した JIS の定義に従えば、ビード 101 の最も高い点 A、B と、狭隘部 102 の最も低い点 C とを通過する凸凹線 103 を、母材 90 に平行な 2 つの線で挟んだ場合に、その 2 つの線の間隔の最小値が平坦度となる。つ

10

20

30

40

50

まり、図のように、点A及び点Bの高さを H_{max} とし、点Cの高さを H_{min} とすると、平坦度は $(H_{max} - H_{min})$ となる。尚、ビード101の形状のデータとビード101間の距離が分かれば、 H_{max} 及び H_{min} も分かるので、平坦度は算出可能である。

【0039】

(第2の実施の形態)

図7は、第2の実施の形態で製造される積層造形物100の一例を示した図である。

【0040】

第2の実施の形態では、横から見た場合に台形状を有する壁状の積層造形物100が製造される。図示するように、この積層造形物100は、1層につき1本のビード101を9層にわたって母材90上に積層することにより構成されている。

10

【0041】

図8(a)～(c)は、第2の実施の形態でビード101の端部が連なった面にカバービード104を盛る際の溶接方法の一例を示した図である。この第2の実施の形態においても、第1の実施の形態と同様、平坦度を算出して所定の閾値よりも大きい箇所では後進溶接で溶け込みを深くする。第2の実施の形態では、紙面と一致する平面上で平坦度を算出すればよい。そして、例えば、平坦度が閾値 F_1 以下かつ閾値 F_2 ($F_2 > F_1$)以上であれば、図8(a)に示すように、溶接トーチ13を垂直に立てて、矢印111で示す方向にカバービード104を形成すればよい。また、平坦度が閾値 F_2 よりも小さければ、図8(b)に示すように、溶接トーチ13を傾けて前進溶接にて、矢印111で示す方向にカバービード104を形成すればよい。更に、平坦度が閾値 F_1 よりも大きければ、図8(c)に示すように、溶接トーチ13を傾けて後進溶接にて、矢印111で示す方向にカバービード104を形成すればよい。

20

【0042】

尚、積層造形物100の坂に沿って溶接トーチ13を動かしたとする。つまり、図8(a)～(c)とは異なり、母材90を水平に載置した状態で溶接トーチ13を動かしたとする。この場合は、坂を上るように溶接トーチ13を動かした場合と坂を下るように溶接トーチ13を動かした場合とで更に溶け込み深さが変化してしまう。具体的には、坂を上るよう動かすと溶け込みは深くなり、坂を下るよう動かすと溶け込みは浅くなる。従って、本実施の形態では、坂を上るよう動かした場合と坂を下るよう動かした場合との溶け込み深さの違いによる影響を受けないよう、図8(a)～(c)に示すように、母材90を傾け、ビード101の端部が連なった面を水平にして、カバービード104を盛っている。

30

【0043】

ここで、第2の実施の形態における平坦度の算出方法について説明する。

【0044】

図9は、第2の実施の形態における平坦度の算出方法の一例を示した図である。図では、9層のビード101が形成され、ビード101の端部に段差が生じている。この場合、上述したJISの定義に従えば、ビード101の段差の最も高い点 $D_1 \sim D_9$ と、ビード101の段差の最も低い点 $E_1 \sim E_8$ とを通過する凸凹線103を、2つの水平線で挟んだ場合に、その2つの線の間隔の最小値が平坦度となる。つまり、図のように、点 $D_1 \sim D_9$ の基準線からの高さを H_{max} とし、点 $E_1 \sim E_8$ の基準線からの高さを H_{min} とすると、平坦度は $(H_{max} - H_{min})$ となる。

40

【0045】

[本実施の形態の詳細]

以下、このような概要を実現する金属積層造形システム1について、積層計画装置30及び制御装置50の構成及び動作を中心に詳細に説明する。尚、上記概要では、第1の実施の形態及び第2の実施の形態に分けて説明したが、下記詳細では、これらを共通化して説明する。また、上記概要では、平坦度に応じて、溶接トーチ13を垂直に立てて行う溶接、前進溶接、及び後進溶接の何れかを選択するようにしたが、下記詳細では、平坦度に応じて、前進溶接及び後進溶接の何れかを選択することを基本とする。つまり、平坦度が

50

閾値 F 1 よりも大きければ、後進溶接にてビード 1 0 1 を形成し、平坦度が閾値 F 1 以下であれば、原則、前進溶接にてビード 1 0 1 を形成するものとして説明する。

【 0 0 4 6 】

(積層計画装置の機能構成)

図 1 0 は、本実施の形態における積層計画装置 3 0 の機能構成例を示した図である。図示するように、本実施の形態における積層計画装置 3 0 は、C A D データ取得部 4 1 と、C A D データ分割部 4 2 と、積層計画部 4 3 と、平坦度算出部 4 4 と、運棒設定部 4 5 と、制御プログラム生成部 4 6 と、制御プログラム出力部 4 7 とを備える。

【 0 0 4 7 】

C A D データ取得部 4 1 は、C A D 装置 2 0 から、積層造形物 1 0 0 の三次元形状を表す三次元 C A D データを取得する。

10

【 0 0 4 8 】

C A D データ分割部 4 2 は、C A D データ取得部 4 1 が取得した三次元 C A D データを複数の層に分割 (スライス) することで、各層の形状をそれぞれが表す複数の層形状データを生成する。その際、C A D データ分割部 4 2 は、三次元 C A D データを複数の層に分割し易い内部形式に変換してもよい。

【 0 0 4 9 】

積層計画部 4 3 は、C A D データ分割部 4 2 が生成した複数の層形状データの各層の高さ及び幅に合ったビード 1 0 1 を溶着する際の溶接条件やアーク狙い位置を含む積層計画を生成する。このような積層計画を生成するには、ビード 1 0 1 の高さや幅の他、ビード 1 0 1 の断面形状を近似するモデルが必要である。これらは測定実験の実測値や、溶着金属量の断面積から計算して推定したものでもよい。本実施の形態では、溶接速度やワイヤ送給速度を数条件振って溶着量を変えつつ、ビードオンプレート溶接や鉛直に数層の積層を行い、各々の条件にて 1 層当たりの高さや幅を測定した結果をデータベース化する。そして、積層する際に積層する所望の高さや幅を満たす溶接速度と溶着量を選択し、測定した結果から各層の推定形状を随時計算し、アーク狙い位置を決める。尚、溶着断面の計算は溶加材 1 4 の材質や、既に積層した部位の形状の状態によって計算方法を変えるようにしてもよい。この計算方法によって造形物を内包する積層を計画していく。

20

【 0 0 5 0 】

平坦度算出部 4 4 は、積層計画部 4 3 が生成した積層計画から、新たにビード 1 0 1 が形成される面の平坦度を算出する。具体的には、上述した第 1 の実施の形態では、新たにビード 1 0 1 を形成する層の 1 つ下の層における面の平坦度を算出する。また、上述した第 2 の実施の形態では、カバービード 1 0 4 が形成されるビード 1 0 1 の端部が連なった面の平坦度を算出する。ここで、新たにビード 1 0 1 が形成される面の平坦度としては、面の全領域の平坦度を算出してよいし、面の一部領域の平坦度を算出してよい。本実施の形態では、ビードが形成される形成面の一例として、新たにビード 1 0 1 が形成される面を用いており、形成面の全部又は一部の領域の平坦度を算出する平坦度算出手段の一例として、平坦度算出部 4 4 を設けている。

30

【 0 0 5 1 】

運棒設定部 4 5 は、平坦度算出部 4 4 が算出した平坦度に応じて、新たにビード 1 0 1 を形成する際の溶接トーチ 1 3 の運棒法を前進溶接及び後進溶接の何れかに設定する。ここで、平坦度算出部 4 4 が面の全領域の平坦度を算出した場合は、その面にビード 1 0 1 を形成する際に、平坦度が閾値 F 1 よりも大きければ運棒法を後進溶接に設定し、平坦度が閾値 F 1 以下であれば運棒法を前進溶接に設定すればよい。また、平坦度算出部 4 4 が面の一部領域の平坦度を算出した場合は、平坦度が閾値 F 1 よりも大きい領域にビード 1 0 1 を形成する際に運棒法を後進溶接に設定し、平坦度が閾値 F 1 以下の領域にビード 1 0 1 を形成する際に運棒法を前進溶接に設定すればよい。但し、平坦度が閾値 F 1 以下の領域にビード 1 0 1 を形成する際に、その少なくとも一部の箇所についてのみ、運棒法を前進溶接に設定してもよい。例えば、上記概要で述べたように、平坦度が閾値 F 2 (F 2 > F 1) よりも大きい箇所にビード 1 0 1 を形成する際には、運棒法を、溶接トーチ 1 3

40

50

を垂直に立てて行う溶接に設定し、平坦度が閾値 F 2 以下の箇所にビード 1 0 1 を形成する際には、運棒法を前進溶接に設定してもよい。本実施の形態では、平坦度が閾値を超える特定の領域の一例として、平坦度が閾値 F 1 よりも大きい領域を用いており、特定の領域以外の他の領域の一例として、平坦度が閾値 F 1 以下の領域を用いており、他の領域の少なくとも一部の箇所の一例として、平坦度が閾値 F 2 以下の箇所を用いている。また、特定の領域に対しては運棒法を後進溶接に設定し、他の領域の少なくとも一部の箇所に対しては運棒法を前進溶接に設定する運棒設定手段の一例として、運棒設定部 4 5 を設けている。

【 0 0 5 2 】

制御プログラム生成部 4 6 は、積層計画部 4 3 が生成した積層計画及び運棒設定部 4 5 が設定した運棒法に従って溶接を行うように溶接ロボット 1 0 を制御するための制御プログラムを生成する。本実施の形態では、ビードを積層する積層手順を生成する積層手順生成手段の一例として、制御プログラム生成部 4 6 を設けている。

10

【 0 0 5 3 】

制御プログラム出力部 4 7 は、制御プログラム生成部 4 6 が生成した制御プログラムを記録媒体 7 0 に出力する。

【 0 0 5 4 】

(制御装置の機能構成)

図 1 1 は、本実施の形態における制御装置 5 0 の機能構成例を示した図である。図示するように、本実施の形態における制御装置 5 0 は、制御プログラム取得部 6 1 と、制御プログラム記憶部 6 2 と、制御プログラム実行部 6 3 とを備える。

20

【 0 0 5 5 】

制御プログラム取得部 6 1 は、記録媒体 7 0 に記録された制御プログラムを取得する。

【 0 0 5 6 】

制御プログラム記憶部 6 2 は、制御プログラム取得部 6 1 が取得した制御プログラムを記憶する。

【 0 0 5 7 】

制御プログラム実行部 6 3 は、制御プログラム記憶部 6 2 に記憶された制御プログラムを読み出して実行する。これにより、制御プログラム実行部 6 3 は、積層計画部 4 3 が生成した積層計画及び運棒設定部 4 5 が設定した運棒法に従ってビード 1 0 1 を形成するように、溶接ロボット 1 0 を制御する。

30

【 0 0 5 8 】

(積層計画装置の動作)

図 1 2 は、本実施の形態における積層計画装置 3 0 の動作例を示したフローチャートである。

【 0 0 5 9 】

積層計画装置 3 0 では、まず、C A D データ取得部 4 1 が、C A D 装置 2 0 から三次元 C A D データを取得する (ステップ 3 0 1)。

【 0 0 6 0 】

次に、C A D データ分割部 4 2 が、ステップ 3 0 1 で取得された三次元 C A D データを複数の層に分割して、層形状データを生成する (ステップ 3 0 2)。

40

【 0 0 6 1 】

次に、積層計画部 4 3 が、ステップ 3 0 2 で生成された層形状データから積層計画を生成する (ステップ 3 0 3)。

【 0 0 6 2 】

次いで、積層計画装置 3 0 は、ステップ 3 0 3 で生成された積層計画を用いて、ビード 1 0 1 を形成する際の溶接トーチ 1 3 の運棒法を設定する運棒設定処理を行う (ステップ 3 0 4)。この運棒設定処理の詳細については、後述する。

【 0 0 6 3 】

その後、制御プログラム生成部 4 6 が、ステップ 3 0 3 で生成された積層計画及びステ

50

ップ304の運棒設定処理で設定された運棒法に従ってビード101を形成するように溶接ロボット10を制御する制御プログラムを生成する(ステップ305)。

【0064】

最後に、制御プログラム出力部47が、ステップ305で生成された制御プログラムを記録媒体70に出力する(ステップ306)。

【0065】

図13は、図12のステップ304の運棒設定処理の例を示したフローチャートである。尚、上記概要の第1の実施の形態では、積層造形物100の各層の平坦度に応じて溶接トーチ13の運棒法を設定することを想定したが、ここでは、上記概要の第2の実施の形態のように、ビード101が形成される面の平坦度に応じて溶接トーチ13の運棒法を設定する場合について説明する。また、1層内でも複数の溶接パスに沿って溶接を行うことがあるが、以下では、1つの溶接パスに沿って溶接を行う場合について説明する。

10

【0066】

運棒設定処理を開始すると、積層計画装置30では、まず、運棒設定部45が、ビード101が形成される面に設定される領域のインデックスjを1に設定する(ステップ351)。つまり、ビード101が形成される面に設定される1つ目の領域に着目する。

【0067】

次に、平坦度算出部44は、ビード101が形成される面に、インデックスjの領域R(j)を設定する(ステップ352)。ここで、領域R(j)は、任意に設定するとよい。例えば、上記概要の第1の実施の形態では、ビード101の方向に略垂直な細長い領域(ビード101を横断する方向の細長い領域)を設定し、これをR(j)とするとよい。また、上記概要の第2の実施の形態では、ビード101の端部が連なった領域をそのまま1つの領域R(1)とするとよい。

20

【0068】

次に、平坦度算出部44は、領域R(j)の平坦度F(j)を算出する(ステップ353)。ここで、平坦度は、上記概要で述べた方法で算出するとよい。例えば、上記概要の第1の実施の形態では、図6を参照して説明した方法により算出すればよい。また、上記概要の第2の実施の形態では、図9を参照して説明した方法により算出すればよい。

【0069】

その後、運棒設定部45が、ステップ353で算出された平坦度F(j)が閾値F1よりも大きいかどうかを判定する(ステップ354)。

30

【0070】

その結果、平坦度F(j)が閾値F1よりも大きいと判定すれば、運棒設定部45は、領域R(j)に対して、溶接トーチ13の運棒法を後進溶接に設定する(ステップ355)。

【0071】

一方、平坦度F(j)が閾値F1以下であると判定すれば、運棒設定部45は、領域R(j)に対して、溶接トーチ13の運棒法を前進溶接に設定する(ステップ356)。

【0072】

次に、運棒設定部45は、ビード101が形成される面に設定される領域のインデックスjに1を加算する(ステップ357)。つまり、ビード101が形成される面に設定される次の領域に着目する。

40

【0073】

これにより、運棒設定部45は、領域のインデックスjが領域の個数mを超えたかどうかを判定する(ステップ358)。

【0074】

領域のインデックスjが領域の個数mを超えていないと判定すれば、運棒設定部45は、処理をステップ352へ戻して、以降の処理を繰り返す。一方、領域のインデックスjが領域の個数mを超えたと判定すれば、運棒設定部45は、処理を終了する。尚、上記概要の第2の実施の形態では、ビード101が形成される面に設定される領域は1つだけな

50

ので、ステップ 3 5 1 で $j = 1$ となった状態でのみステップ 3 5 2 ~ 3 5 6 の処理が行われ、ステップ 3 5 7 で $j = 2$ となると、ステップ 3 5 8 での判定により処理は終了する。

【 0 0 7 5 】

(制御装置の動作)

制御装置 5 0 では、まず、制御プログラム取得部 6 1 が、記録媒体 7 0 から制御プログラムを取得して制御プログラム記憶部 6 2 に記憶する。そして、制御プログラム実行部 6 3 が制御プログラム記憶部 6 2 に記憶された制御プログラムを読み出してこれを実行する。

【 0 0 7 6 】

図 1 4 は、この制御プログラム実行部 6 3 の動作例を示したフローチャートである。尚、ビード 1 0 1 は通常、溶接パスに沿って連続的に形成されるが、ここでは、便宜上、溶接パスに沿って溶接箇所から溶接箇所へ進む動作を繰り返すことによりビード 1 0 1 が形成されるものとして、説明する。

10

【 0 0 7 7 】

制御プログラム実行部 6 3 は、まず、溶接パスにおける溶接箇所のインデックス i を 1 に設定する (ステップ 5 0 1)。つまり、溶接パスにおける 1 つ目の溶接箇所に着目する。

【 0 0 7 8 】

次に、制御プログラム実行部 6 3 は、溶接パスにおけるインデックス i の溶接箇所 $P(i)$ を含む領域 $R(k)$ ($k = 1, 2, \dots, m$) を特定する (ステップ 5 0 2)。例えば、上記概要の第 1 の実施の形態では、図 1 3 のステップ 3 5 2 で設定した $R(1)$, $R(2)$, \dots , $R(m)$ のうち、溶接箇所 $P(i)$ を含む領域を、領域 $R(k)$ として特定する。また、上記概要の第 2 の実施の形態では、図 1 3 のステップ 3 5 2 で 1 つの領域 $R(1)$ しか設定していないので、この領域 $R(1)$ を領域 $R(k)$ として特定する。

20

【 0 0 7 9 】

次いで、制御プログラム実行部 6 3 は、ステップ 5 0 2 で特定された領域 $R(k)$ に対して図 1 3 のステップ 3 5 5 又はステップ 3 5 6 で設定された運棒法にて、溶接箇所 $P(i)$ を溶接するよう溶接ロボット 1 0 を制御する (ステップ 5 0 3)。

【 0 0 8 0 】

次いで、制御プログラム実行部 6 3 は、溶接パスにおける溶接箇所のインデックス i に 1 を加算する (ステップ 5 0 4)。つまり、溶接パスにおける次の溶接箇所に着目する。

【 0 0 8 1 】

これにより、制御プログラム実行部 6 3 は、溶接パスにおける溶接箇所のインデックス i が溶接パスにおける溶接箇所の個数 n を超えたかどうかを判定する (ステップ 5 0 5)。

30

【 0 0 8 2 】

溶接パスにおける溶接箇所のインデックス i が溶接パスにおける溶接箇所の個数 n を超えていないと判定すれば、制御プログラム実行部 6 3 は、処理をステップ 5 0 2 に戻して、以降の処理を繰り返す。一方、溶接パスにおける溶接箇所のインデックス i が溶接パスにおける溶接箇所の個数 n を超えたと判定すれば、制御プログラム実行部 6 3 は、処理を終了する。

【 0 0 8 3 】

[本実施の形態の効果]

40

以上述べたように、本実施の形態では、積層造形物 1 0 0 の積層計画からビード 1 0 1 が形成される領域の平坦度を算出し、平坦度が閾値を超える領域に対しては後進溶接にてビード 1 0 1 を積層し、それ以外の箇所に対しては前進溶接にてビード 1 0 1 を積層するようにした。これにより、ビード 1 0 1 を積層することにより積層造形物 1 0 0 を製造する際に、場所ごとに必要な溶け込み深さを確保することが可能となった。

【 0 0 8 4 】

[変形例]

上記では、積層造形物 1 0 0 の積層計画からビード 1 0 1 が形成される領域の平坦度を算出し、平坦度が閾値を超える領域に対しては後進溶接にてビード 1 0 1 を積層し、それ以外の箇所に対しては前進溶接にてビード 1 0 1 を積層するようにした。しかしながら、

50

ビード101が形成される領域の平坦度は算出しなくてもよい。平坦度を算出しなくても未溶着が起き易い箇所であることが予め分かる箇所に対し、後進溶接にてビード101を形成するようにしてもよい。例えば、図5に示した隣接する2つのビード101の間に形成される狭隘部に対し、後進溶接にてビード101を形成するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0085】

1...金属積層造形システム、10...溶接ロボット、20...CAD装置、30...積層計画装置、41...CADデータ取得部、42...CADデータ分割部、43...積層計画部、44...平坦度算出部、45...運棒設定部、46...制御プログラム生成部、47...制御プログラム出力部、50...制御装置、61...制御プログラム取得部、62...制御プログラム記憶部、63...制御プログラム実行部、70...記録媒体

10

20

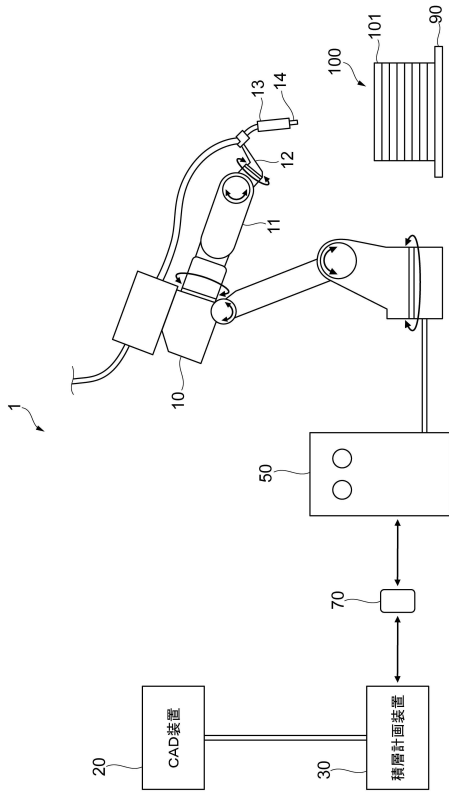
30

40

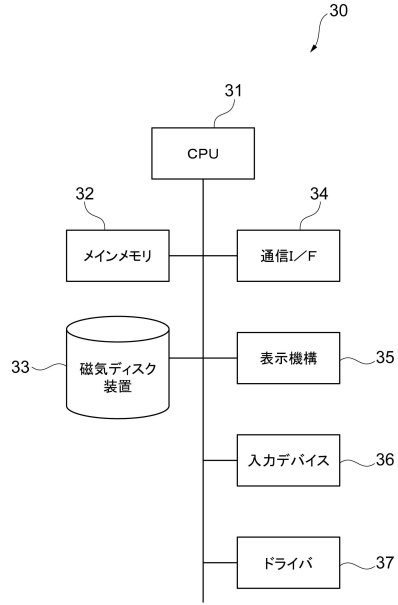
50

【図面】

【図 1】



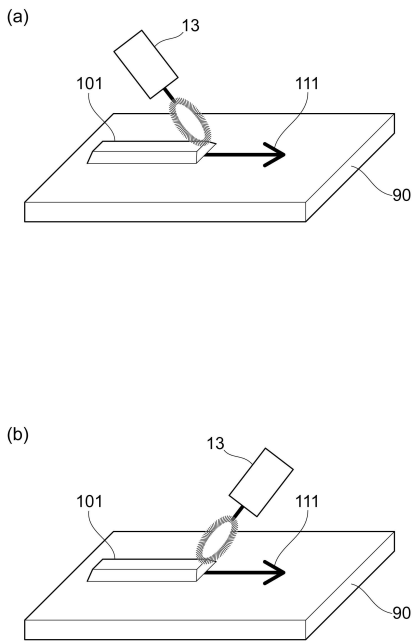
【図 2】



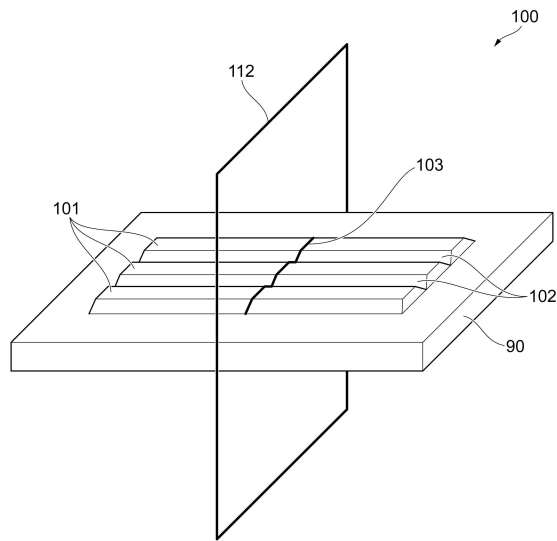
10

20

【図 3】



【図 4】

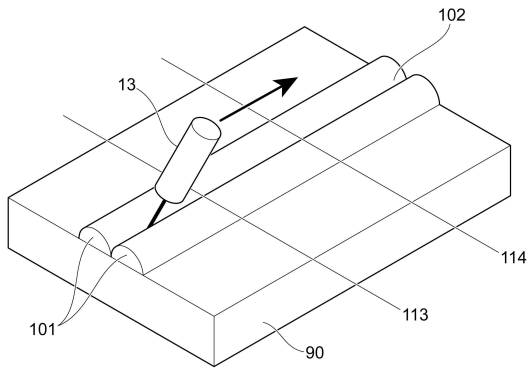


30

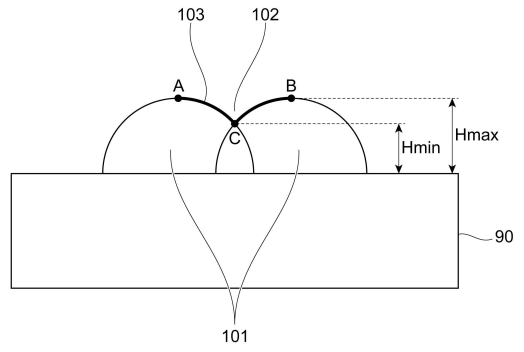
40

50

【 図 5 】



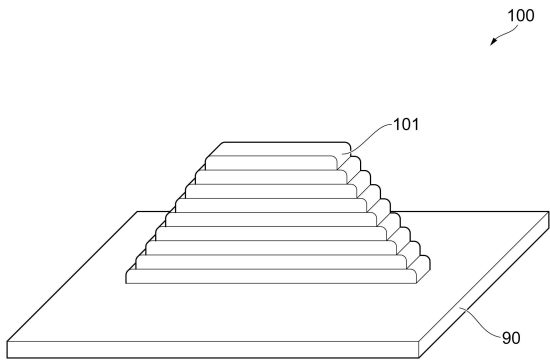
【 図 6 】



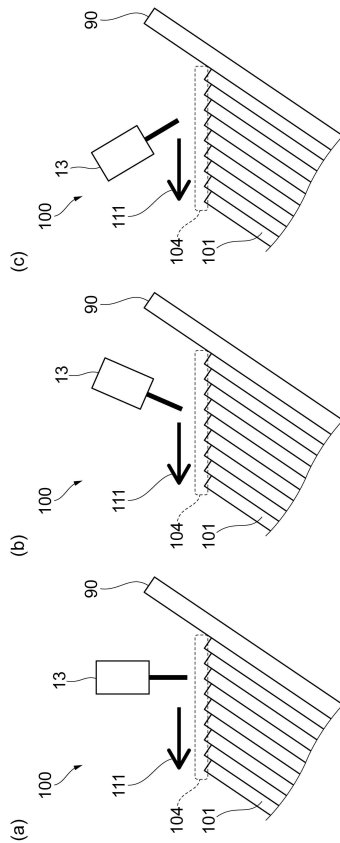
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

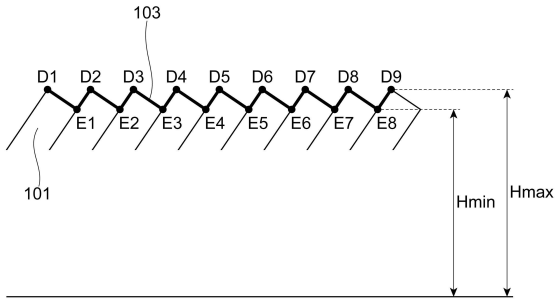


30

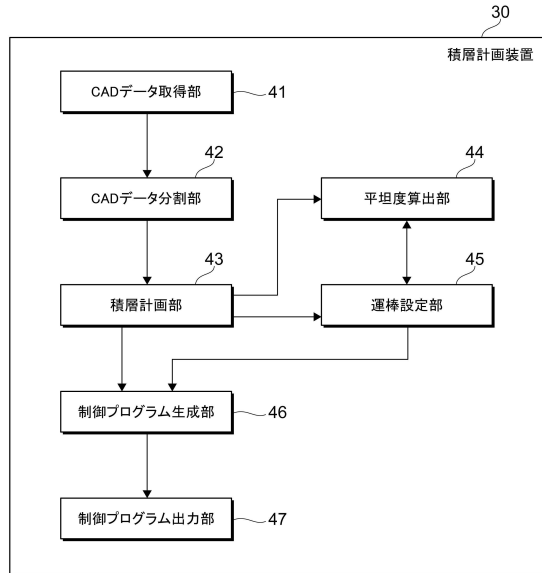
40

50

【図 9】



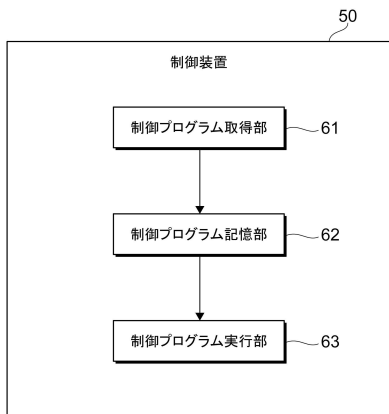
【図 10】



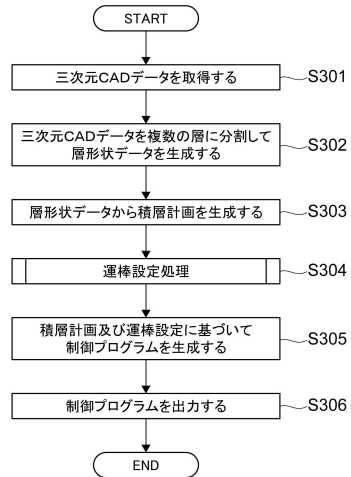
10

20

【図 11】



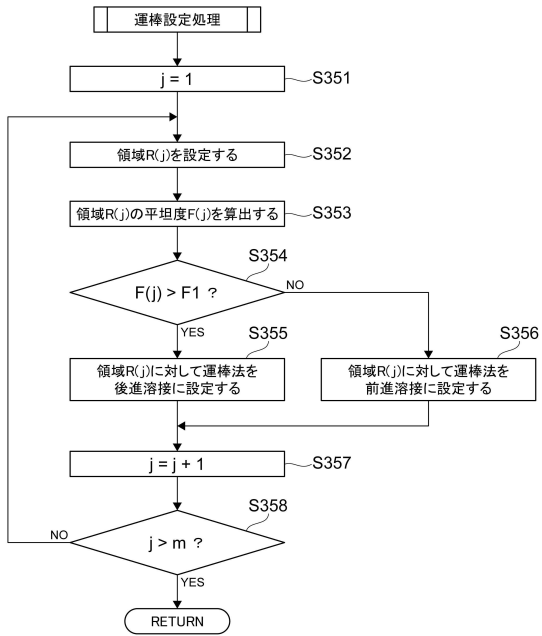
【図 12】



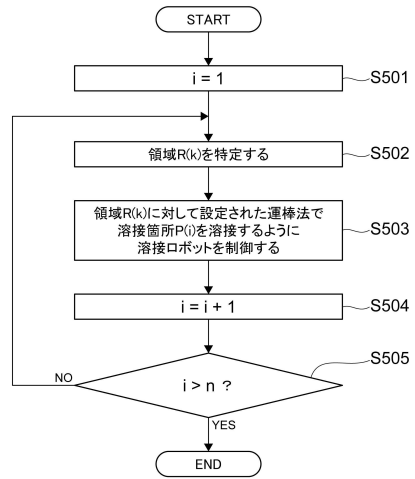
30

40

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	B 2 9 C	64/393
B 3 3 Y	30/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00
B 3 3 Y	50/02 (2015.01)	B 3 3 Y	30/00
		B 3 3 Y	50/02

番 4 号 株式会社神戸製鋼所内

(72)発明者 飛田 正俊

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目 2 番 4 号 株式会社神戸製鋼所内

(72)発明者 藤井 達也

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目 2 番 4 号 株式会社神戸製鋼所内

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 0 9 8 3 8 1 (J P , A)

特開平 0 9 - 0 9 9 3 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 2 3 K 9 / 0 0 - 9 / 3 2

B 2 9 C 6 4 / 1 1 8

B 2 9 C 6 4 / 3 9 3

B 3 3 Y 1 0 / 0 0

B 3 3 Y 5 0 / 0 2

B 3 3 Y 3 0 / 0 0