

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7203671号
(P7203671)

(45)発行日 令和5年1月13日(2023.1.13)

(24)登録日 令和5年1月4日(2023.1.4)

(51)国際特許分類	F I
B 2 3 K 9/04 (2006.01)	B 2 3 K 9/04 Z
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 2 9 C 64/106 (2017.01)	B 2 9 C 64/106
B 2 3 K 9/095(2006.01)	B 2 3 K 9/095 5 1 0 D
B 2 3 K 9/032(2006.01)	B 2 3 K 9/04 G
請求項の数 5 (全11頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2019-70670(P2019-70670)	(73)特許権者	000001199 株式会社神戸製鋼所
(22)出願日	平成31年4月2日(2019.4.2)		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2020-168642(P2020-168642 A)	(74)代理人	110002000 弁理士法人栄光事務所
(43)公開日	令和2年10月15日(2020.10.15)	(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
審査請求日	令和3年10月26日(2021.10.26)	(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
		(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】 積層造形物の製造方法及び積層造形物

(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凝固させた複数のビードを隣接して並べたビード層が複数層に積層された積層造形物の製造方法であって、

前記ビード層となる前記複数のビードを形成するビード造形工程と、

該ビード層の形状を計測する工程と、

該計測されたビード層の形状に応じて、前記ビード層を平滑にするための平滑用ビードを形成する平滑用ビード造形工程と、

を含み、

前記平滑用ビード造形工程は、前記ビード層の凸部と凹部の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合又は、前記複数のビードの最上面の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合に、所定数層の平滑ビード形成領域を設定し、該平滑ビード形成領域と前記ビードの最上面との高さに応じて、前記平滑用ビードを形成する、積層造形物の製造方法。

10

【請求項2】

前記平滑用ビード造形工程は、溶接電圧が前記ビード造形工程よりも大きく設定され、且つ、ウィーピングが施される、請求項1に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項3】

ビード層の所定の凹部を埋めるように凹み埋め用ビードを形成する、凹み埋め用ビード造形工程をさらに備える、請求項1又は2に記載の積層造形物の製造方法。

20

【請求項 4】

前記凹み埋め用ビード造形工程は、積層される上層のビードによって再溶融される前記ビードの高さを溶融高さとした時、前記凹部を形成する隣り合う前記ビードのうち低い側の前記ビードの再溶融される高さ位置から前記凹部までの深さが、前記溶融高さより大きい場合に、前記凹み埋め用ビードを形成する、請求項 3 に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項 5】

前記凹み埋め用ビードは、前記ビード造形工程の前記ビードよりも径が小さい溶加材を用いる、請求項 3 又は 4 に記載の積層造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、積層造形物の製造方法及び積層造形物に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、生産手段としての 3D プリンタのニーズが高まっており、特に金属材料への適用については航空機業界等で実用化に向けて研究開発が行われている。金属材料を用いた 3D プリンタは、レーザやアーク等の熱源を用いて、金属粉体や金属ワイヤを溶融させ、溶融金属を積層させて造形物を造形する。

【0003】

このような造形物を造形する技術として、溶加材を供給する溶接トーチを移動させることで、溶融金属を積層させて金型などの造形物を造形する溶接技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0004】

また、特許文献 2 では、比較的厚板の下側鋼板と比較的薄板の上側鋼板とを、上側鋼板に形成された栓溶接用穴を埋めるように消耗電極式アーク溶接トーチを用いてアーク溶接する栓溶接方法が開示されている。この栓溶接方法は、厚板溶接条件ビードを形成する工程と、厚板溶接条件ビードによって発生する栓溶接用穴の周辺部の溶け落ちを穴埋めする薄板溶接条件ビードを形成する工程と、厚板溶接条件ビードと、薄板溶接条件ビードとの上部の凹凸を滑らかにするビード平滑用ビードを形成する工程と、を備える。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2000 - 15363 号公報
特開 2005 - 238262 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、溶接トーチによってビードを並べて複数のビードからなるビード層を形成し、このビード層を積層して造形物を形成する場合、ビード層における凹凸、即ち、該ビード層における各ビード間で、各ビードの上面に高低差が発生し、積層を重ねるごとにビード層における凹凸は蓄積されていく。このため、造形途中において、該凹凸を修正することが望まれる。

40

【0007】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ビードを並べたビード層を積層して表面の凹凸を極力小さくし高品質な積層造形物を形成することが可能な積層造形物の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は下記構成からなる。

(1) アークを用いて溶加材を溶融及び凝固させた複数のビードを隣接して並べたビ-

50

ド層が複数層に積層された積層造形物の製造方法であって、
前記ビード層となる前記複数のビードを形成するビード造形工程と、
該ビード層の形状を計測する工程と、
該計測されたビード層の形状に応じて、前記ビード層を平滑にするための平滑用ビード
を形成する平滑用ビード造形工程と、
を含む積層造形物の製造方法。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ビードを並べたビード層を積層して表面の凹凸を極力小さくし高品質な積層造形物を形成することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の積層造形物を製造する製造システムの模式的な概略構成図である。

【図2】所定数層のビード層を積層させた積層造形物の断面図である。

【図3】平滑用ビード及び凹み埋め用ビードを形成した積層造形物の断面図である。

【図4】凹み埋め用ビードを形成するための条件を説明するための模式図である。

【図5】図3と異なる手法で平滑用ビードを形成した積層造形物の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態に係る積層造形物の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。

20

【0012】

図1は本発明の積層造形物を製造する製造システムの模式的な概略構成図である。

本構成の製造システム100は、積層造形装置11と、積層造形装置11を統括制御するコントローラ15と、造形過程において、ビード層34の形状を計測する形状計測手段16を備える。

【0013】

積層造形装置11は、先端軸にトーチ17を有する溶接ロボット19と、トーチ17に溶加材（溶接ワイヤ）Mを供給する溶加材供給部23とを有する。

【0014】

コントローラ15は、CAD/CAM部31と、軌道演算部33と、記憶部35と、これらが接続される制御部37と、を有する。

30

【0015】

溶接ロボット19は、多関節ロボットであり、先端軸に設けたトーチ17には、溶加材Mが連続供給可能に支持される。トーチ17の位置や姿勢は、ロボットアームの自由度の範囲で3次的に任意に設定可能となっている。

【0016】

トーチ17は、不図示のシールドノズルを有し、シールドノズルからシールドガスが供給される。アーク溶接法としては、被覆アーク溶接や炭酸ガスアーク溶接等の消耗電極式、TIG溶接やプラズマアーク溶接等の非消耗電極式のいずれであってもよく、作製する積層造形物Wに応じて適宜選定される。

40

【0017】

例えば、消耗電極式の場合、シールドノズルの内部にはコンタクトチップが配置され、溶融電流が給電される溶加材Mがコンタクトチップに保持される。トーチ17は、溶加材Mを保持しつつ、シールドガス雰囲気中で溶加材Mの先端からアークを発生する。溶加材Mは、ロボットアーム等に取り付けた不図示の繰り出し機構により、溶加材供給部23からトーチ17に送給される。そして、トーチ17を移動しつつ、連続送給される溶加材Mを溶融及び凝固させると、ベースプレート24上に溶加材Mの溶融凝固体である線状のビード25が形成される。

【0018】

50

CAD/CAM部31は、作製しようとする積層造形物Wの形状データを作成した後、複数の層に分割して各層の形状を表す層形状データを生成する。軌道演算部33は、生成された層形状データに基づいてトーチ17の移動軌跡を求める。記憶部35は、生成された層形状データやトーチ17の移動軌跡等のデータを記憶する。

【0019】

制御部37は、記憶部35に記憶された層形状データやトーチ17の移動軌跡に基づく駆動プログラムを実行して、溶接ロボット19を駆動する。

【0020】

制御部37は、記憶部35に記憶された層形状データやトーチ17の移動軌跡に基づく駆動プログラムを実行して、溶接ロボット19を駆動する。つまり、溶接ロボット19は、コントローラ15からの指令により、軌道演算部33で生成したトーチ17の移動軌跡に基づき、溶加材Mをアークで溶融させながらトーチ17を移動する。

10

【0021】

上記構成の製造システム100は、設定された層形状データから生成されるトーチ17の移動軌跡に沿って、トーチ17を溶接ロボット19の駆動により移動させながら、溶加材Mを溶融させ、溶融した溶加材Mをベースプレート24上に供給する。これにより、図1に示すように、ベースプレート24上には、複数の線状のビード25が凝固して一列に隣接して並べられたビード層34が形成され、さらに、このビード層34が複数層に積層された積層造形物Wが造形される。

【0022】

また、形状計測手段16は、コントローラ15に接続されており、ビード層34の凹凸形状を計測する。形状計測手段16としては、3次元形状計測が利用可能なTOFカメラやCMOSカメラ等が適用可能であり、また、本実施形態では、凹凸形状のうち、ビード層の凸部と凹部の高低差が最大となる凸部と凹部が分かればよいので、形状計測手段16は、レーザ距離計であってもよい。

20

【0023】

さらに、制御部37は、形状計測手段16によって得られたビード層34の凹凸形状に応じて、後述する平滑用ビード造形工程と、凹み埋め用ビード造形工程と、を実行するように、層形状データやトーチ17の移動軌跡を含む、これらの工程の溶接条件を作成する。さらに、平滑用ビード造形工程と凹み埋め用ビード造形工程とを実行した場合には、制御部37は、通常のビード25を形成するための層形状データやトーチ17の移動軌跡に基づく駆動プログラムを補正する。

30

【0024】

ここで、図2に示すように、ビード25を一列に接合させたビード層34が積層されると、ビード層34における凹凸の高低差が生じ、そのままさらに積層すると、該高低差はさらに大きくなってしまう場合がある。このため、本実施形態では、ビード層34を形成する度に、形状計測手段16によって得られたビード層34の凹凸形状を計測し、必要に応じて、平滑用ビード造形工程と、凹み埋め用ビード造形工程と、を実行する。

【0025】

具体的には、所定のビード層34Aの凸部26と凹部27の高低差の最大値 H_{max} が所定の閾値（例えば、ビード25の狙い高さ）を超えた場合に、制御部37は、図2に示すように、所定数層（本実施形態では、2層）の平滑ビード形成領域A1、A2を設定し、該平滑ビード形成領域A1、A2とビード25の最上面との高さに応じて、平滑用ビード28を形成する。なお、平滑ビード形成領域A1、A2の高さは、平滑用ビード28の高さに応じて設定されている。

40

【0026】

この場合、所定のビード層34Aの各ビード25を左から25a~25fとすると、ビード25eのみの最上面の高さが下方の平滑ビード形成領域A1を越えて、上方の平滑ビード形成領域A2内に位置している。このため、図3に示すように、ビード25eの上方のみ1層の平滑用ビード28を形成し、残りのビード25a~25d、25fの上方には

50

、 2 層の平滑用ビード 2 8 を形成する。

【 0 0 2 7 】

また、この平滑用ビード 2 8 を形成する際は、ビード 2 5 を形成する際の溶接電圧よりも大きく設定されることで、ビード 2 5 を形成する際と同じ溶加材 M を用いた場合でも、平滑用ビード 2 8 は、ビード 2 5 よりもより高さの低い扁平な形状とすることができる。また、平滑用ビード 2 8 は、併せて、ウィーピングを施すことで、ビードの並び方向に幅広に形成して、ビード 2 5 間の凹部 2 7 を埋めるようにしてもよい。これにより、図 3 に示すように、ビード層 3 4 A 上に形成された平滑用ビード 2 8 の凹凸の高低差の最大値 H_{1max} は、所定のビード層 3 4 A の凹凸の高低差の最大値 H_{max} よりも小さくなる。

【 0 0 2 8 】

さらに、図 3 に示すように、平滑用ビード 2 8 を形成する前に、ビード層 3 4 の所定の凹部 2 7、即ち、V 字状の深い凹部 2 7 を埋めるように凹み埋め用ビード 2 9 を形成する。

【 0 0 2 9 】

即ち、図 4 に示すように、凹み埋め用ビード造形工程は、積層される上層のビード 2 5 によって再溶融される想定 of ビード 2 5 の高さを溶融高さ MH とした時、凹部 2 7 を形成する隣り合うビード 2 5 のうち低い側のビード 2 5 の再溶融される高さ位置（即ち、ビード 2 5 の最上面から溶融高さ MH を引いた高さ位置） H_2 から凹部 2 7 までの深さ D が、溶融高さ MH より大きい場合に、凹み埋め用ビード 2 9 を形成する。したがって、本実施形態の場合、ビード 2 5 a、2 5 b 間、及びビード 2 5 c、2 5 d 間に、凹み埋め用ビード 2 9 が形成される。

【 0 0 3 0 】

この場合、凹み埋め用ビード 2 9 は、ビード造形工程のビード 2 5 よりも径が小さい溶加材を用いることで、各ビード 2 5 間の凹部 2 7 を狙ってビード 2 5 よりも高さ及び幅の小さな凹み埋め用ビード 2 9 を形成することができる。

なお、図 3 では、ビード 2 5 間や平滑用ビード 2 8 間に空隙がみられるが、実際には、ビード間のオーバーラップ量や、溶融した溶加材 M の凹部 2 7 への流れ込みによって、空隙が生じない積層造形部 W が形成される。

【 0 0 3 1 】

そして、ビード層 3 4 毎に、上記平滑用ビード造形工程と、凹み埋め用ビード造形工程とを必要に応じて行いながら、ビード層 3 4 を積層して、これを積層造形物 W が得られるまで繰り返し行う。

【 0 0 3 2 】

なお、ベースプレート 2 4 は、必要に応じて、ワイヤーソーやダイヤモンドカッター等による切断機で切断することで、所望の形状の積層造形物 W とすることができる。

【 0 0 3 3 】

以上、説明したように、本実施形態に係る積層造形物 W の製造方法によれば、ビード 2 5 を形成して隣接して並べるとともにビード 2 5 からなるビード層 3 4 を複数層に積層させることで、積層造形物 W を容易に作製できる。

【 0 0 3 4 】

しかも、本実施形態に係る積層造形物 W の製造方法では、ビード層 3 4 の複数のビード 2 5 を形成した際に、該ビード層 3 4 の形状を計測する工程と、ビード層 3 4 の凸部 2 6 と凹部 2 7 の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合、ビード層 3 4 を平滑にするための平滑用ビード 2 8 を形成する平滑用ビード造形工程と、を含むので、ビード層 3 4 の表面の凹凸を極力小さくして滑らかにすることができる。

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態に係る積層造形物 W の製造方法によれば、平滑用ビード造形工程は、ビード層 3 4 の凸部 2 6 と凹部 2 7 の高低差の最大値 H_{max} が所定の閾値を超えた場合に、所定数層の平滑ビード形成領域 A 1、A 2 を設定し、該平滑ビード形成領域 A 1、A 2 とビード 2 5 の最上面との高さに応じて、平滑用ビードを形成する。これにより、ビード 2 5 の最上面の高さに応じて、平滑用ビード 2 8 の層数を定めることができ、ビード層

10

20

30

40

50

34の表面の凹凸を極力小さくして滑らかにすることができる。

【0036】

さらに、本実施形態に係る積層造形物Wの製造方法によれば、平滑用ビード造形工程は、溶接電圧がビード造形工程のものよりも大きく設定され、且つ、ウィーピングが施される。これにより、扁平かつ幅広の平滑用ビード28を形成することができ、ビード層34の表面の凹凸を容易に小さくできると共に、ビード25間に形成される深い凹部27を埋めることができ、製造する積層造形物Wの品質をさらに高めることができる。

【0037】

また、本実施形態に係る積層造形物Wの製造方法によれば、ビード層の所定の凹部27を埋めるように凹み埋め用ビード29を形成する、凹み埋め用ビード造形工程をさらに備えるので、ビード25間に形成される深い凹部27を凹み埋め用ビード29によって埋めることができ、製造する積層造形物Wの品質をさらに高めることができる。

10

【0038】

また、本実施形態に係る積層造形物Wの製造方法によれば、凹み埋め用ビード造形工程は、該ビードの上に積層されるビードによって再溶融されるビードの高さを溶融高さMHとした時、凹部27を形成する隣り合うビード25のうち低い側のビード25の再溶融される高さ位置から凹部27までの深さDが、溶融高さMHより大きい場合に、凹み埋め用ビード29を形成する。これにより、深さが深い凹部27に対して凹み埋め用ビード29を形成することができ、効率よく、ビード層34の表面の凹凸を小さくすることができる。

【0039】

また、本実施形態に係る積層造形物Wの製造方法によれば、凹み埋め用ビード29は、ビード造形工程のビード25よりも径が小さい溶加材を用いるので、各ビード25間の凹部27を狙って凹み埋め用ビード29を形成することができる。

20

【0040】

なお、平滑用ビード造形工程は、ビード層34の凸部26と凹部27の高低差の最大値Hmaxが所定の閾値を超え、さらに、図2に示すように、高さが最大となるビード25eの最上面が、複数のビード25の並び方向で、該凸部26から遠い側の端部のビード25aの最上面を結んだ直線の並び方向に対する傾きが所定傾きを超えた場合に、平滑用ビード28を形成するようにしてもよい。即ち、ビード25の並び方向における長さが比較的長い等、ビード層34の凸部26と凹部27の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合でも、比較的平滑な表面形状と見なされる場合に、平滑用ビード造形工程を省略することができる。

30

【0041】

なお、本実施形態の変形例として、図5に示すように、図3に示す平滑用ビード28よりもさらに高さの低いより扁平な平滑用ビード28aを使用し、3層の平滑ビード形成領域を設定して、高さが最も低いビード25bの上に3層の平滑用ビード28を形成した場合には、ビード層34の表面の凹凸をさらに滑らかにすることができる。

【0042】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

40

【0043】

例えば、上記実施形態では、ビード層の凸部と凹部の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合に、平滑用ビードを形成するようにしたが、本発明は、これに限らず、複数のビードの最上面の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合に、平滑用ビード28を形成するようにしてもよい。

【0044】

また、上記実施形態では、積層するビード層34ごとの各ビード25は、ビード25の並び方向における位置を変えずに、等ピッチで形成されているが、本発明は、これに限らず、ビード層34ごとに、各ビード25の並び方向における位置を変えてもよい。具体的

50

には、下層のビード 2 5 間に形成される凹部 2 7 の上に上層のビード 2 5 が形成されるように、上下方向に隣り合うビード層 3 4 の各ビード 2 5 同士が並び方向に 1 / 2 ピッチずれて形成されてもよい。

【 0 0 4 5 】

さらに、平滑用ビード 2 8 が形成される並び方向の位置も、上記実施形態のように、各ビード 2 5 と同じ並び方向における位置であってもよいし、各ビード 2 5 と並び方向における位置を変えて形成してもよい。

【 0 0 4 6 】

加えて、上記実施形態では、最も高い凸部 2 6 を形成するビード 2 5 の上にも平滑用ビード 2 8 を形成するようにしているが、該ビード 2 5 の上に平滑用ビード 2 8 を形成せず、残りのビード 2 5 のみに平滑用ビード 2 8 を形成するようにしてもよい。

10

【 0 0 4 7 】

また、上記実施形態では、ビード層 3 4 を形成する度に、形状計測手段 1 6 によってビード層 3 4 の形状を計測し、必要に応じて、平滑用ビード造形工程と、凹み埋め用ビード造形工程と、を実行するとしたが、本発明はこれに限らず、例えば、最上層のビード層 3 4 を形成した後に、ビード層 3 4 の形状を計測し、必要に応じて、平滑用ビード造形工程と、凹み埋め用ビード造形工程と、を実行するようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

(1) アークを用いて溶加材を溶融及び凝固させた複数のビードを隣接して並べたビード層が複数層に積層された積層造形物の製造方法であって、

20

前記ビード層となる前記複数のビードを形成するビード造形工程と、

該ビード層の形状を計測する工程と、

該計測されたビード層の形状に応じて、前記ビード層を平滑にするための平滑用ビードを形成する平滑用ビード造形工程と、

を含む積層造形物の製造方法。

(2) 前記平滑用ビード造形工程は、前記ビード層の凸部と凹部の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合又は、前記複数のビードの最上面の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合に、前記平滑用ビードを形成する、(1) に記載の積層造形物の製造方法。

(3) 前記平滑用ビード造形工程は、前記ビード層の凸部と凹部の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合又は、前記複数のビードの最上面の高低差の最大値が所定の閾値を超えた場合に、所定数層の平滑ビード形成領域を設定し、該平滑ビード形成領域と前記ビードの最上面との高さに応じて、前記平滑用ビードを形成する、(2) に記載の積層造形物の製造方法。

30

(4) 前記平滑用ビード造形工程は、前記ビード層の凸部と凹部の高低差の最大値が所定の閾値を超える、又は、前記複数のビードの最上面の高低差の最大値が所定の閾値を超え、さらに、高さが最大となる前記ビードの最上面が、前記複数のビードの並び方向で、該凸部から遠い側の端部のビードの最上面を結んだ直線の前記並び方向に対する傾きが所定傾きを超えた場合に、前記平滑用ビードを形成する、(2) 又は(3) に記載の積層造形物の製造方法。

40

(5) 前記平滑用ビード造形工程は、溶接電圧が前記ビード造形工程よりも大きく設定され、且つ、ウィーピングが施される、(1) ~ (4) のいずれかに記載の積層造形物の製造方法。

(6) ビード層の所定の凹部を埋めるように凹み埋め用ビードを形成する、凹み埋め用ビード造形工程をさらに備える、(1) ~ (5) のいずれかに記載の積層造形物の製造方法。

(7) 前記凹み埋め用ビード造形工程は、積層される上層のビードによって再溶融される前記ビードの高さを溶融高さとした時、前記凹部を形成する隣り合う前記ビードのうち低い側の前記ビードの再溶融される高さ位置から前記凹部までの深さが、前記溶融高さより大きい場合に、前記凹み埋め用ビードを形成する、(6) に記載の積層造形物の製造方

50

法。

(8) 前記凹み埋め用ビードは、前記ビード造形工程の前記ビードよりも径が小さい溶加材を用いる、(6) 又は (7) に記載の積層造形物の製造方法。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

2 5 ビード

2 6 凸部

2 7 凹部

2 8 平滑用ビード

2 9 凹み埋め用ビード

3 4 ビード層

M 溶加材

W 積層造形物

10

20

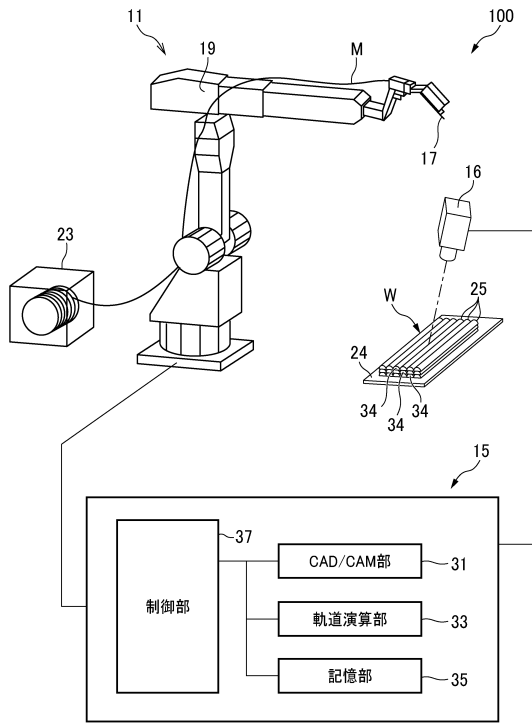
30

40

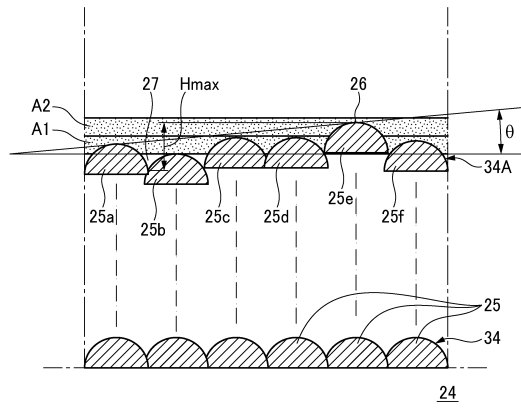
50

【図面】

【図 1】



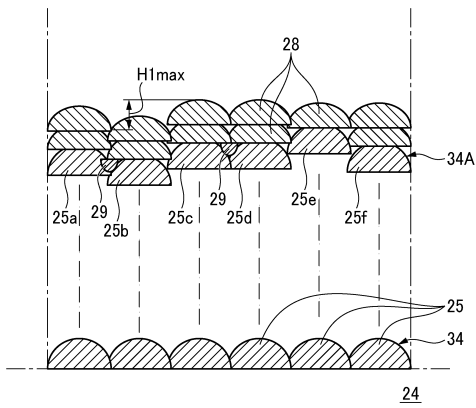
【図 2】



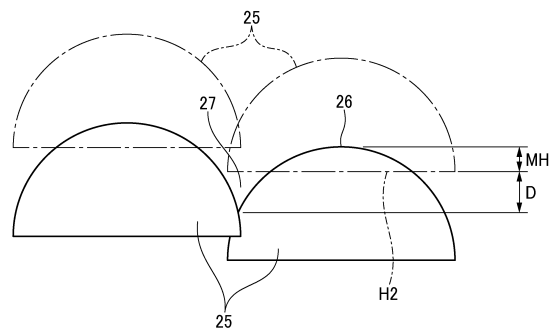
10

20

【図 3】



【図 4】

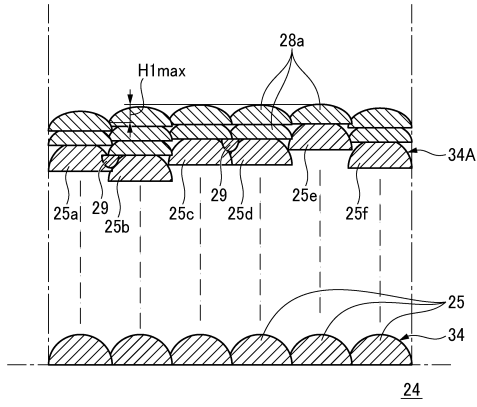


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 2 3 K 9/12 (2006.01)

F I

B 2 3 K 9/032 Z
B 2 3 K 9/12 3 3 1 K

(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

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献

特開2017-144458(JP,A)

特開2016-059930(JP,A)

特開平03-099778(JP,A)

特開2003-290919(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 9 / 0 4

B 3 3 Y 1 0 / 0 0

B 2 9 C 6 4 / 1 0 6

B 2 3 K 9 / 0 9 5

B 2 3 K 9 / 0 3 2

B 2 3 K 9 / 1 2