

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7355672号
(P7355672)

(45)発行日 令和5年10月3日(2023.10.3)

(24)登録日 令和5年9月25日(2023.9.25)

(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 9 C 64/268 (2017.01)	B 2 3 K 9/04	Z	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 2 9 C 64/268		
	B 3 3 Y 10/00		

請求項の数 6 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-22515(P2020-22515)	(73)特許権者	000001199
(22)出願日	令和2年2月13日(2020.2.13)		株式会社神戸製鋼所
(65)公開番号	特開2021-126673(P2021-126673 A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目 2 番 4 号
(43)公開日	令和3年9月2日(2021.9.2)	(74)代理人	110002000
審査請求日	令和4年11月1日(2022.11.1)		弁理士法人栄光事務所
		(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	黒石 孝志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層造形物の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶加材を溶融及び凝固させた溶着ビードを積層させて造形物を造形する積層造形物の製造方法であって、
前記溶着ビードによって枠部を造形する枠部造形工程と、
前記枠部内に第一方向に沿って複数の溶着ビードを形成して前記溶着ビードが並列された内部造形部を造形する内部造形工程と、
前記内部造形部の少なくとも一方の端部と前記枠部との間に形成した隙間に、前記第一方向と交差する第二方向に沿って溶着ビードを形成し、前記隙間を埋める埋込造形工程と、を含む、
積層造形物の製造方法。

【請求項 2】

前記内部造形工程において、前記溶着ビードの始端及び終端の少なくとも一方の端面を、端部へ向かって次第に下方へ傾斜する傾斜面に形成し、前記内部造形部の前記端部と前記枠部との前記隙間に上方へ向かって次第に広くなる開先部を形成する、
請求項 1 に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項 3】

前記埋込造形工程において、前記溶着ビードを形成するトーチをウィービングさせる、
請求項 1 または請求項 2 に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項 4】

前記トーチのウィーピングの周期を、前記内部造形部を構成する前記溶着ビード間のピッチの整数倍とし、前記内部造形部の端部における前記第一方向に沿って形成した前記溶着ビード間に、前記第二方向に沿って形成する埋め込み用の前記溶着ビードを埋め込ませる、

請求項 3 に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項 5】

前記埋込造形工程において、前記内部造形部の端部と前記枠部との前記隙間を、一回のパスで形成する前記溶着ビードによって埋める、

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の積層造形物の製造方法。

【請求項 6】

前記埋込造形工程において形成する溶着ビードを、前記内部造形工程における溶着ビードの形成時よりも高電流で形成する、

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項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】

【0001】

本発明は、積層造形物の製造方法に関する。

【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】

特許文献 1 には、積層造形で作った輪郭の内側を、ある波長を有する波形の充填パターンで金属材料を充填して造形物を造形することが記載されている。

【0004】

また、開先を溶接する技術として、特許文献 2 には、溶接トーチを用いて開先内を底部から上部へ順次一層ずつ溶接を繰り返して多層盛りを行う際に、溶接ビード端部と、その溶接ビードの直下にある溶接パスの溶接ビード端部とがなす直線が溶接線に対して傾斜角をもつように調整することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2019-111582 号公報

特開 2002-178153 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、特許文献 1 に記載の造形方法によれば、輪郭の内側に充填することにより、造形物を効率よく造形することが可能であるが、積層造形で作った輪郭からなる壁部と内部に充填した金属材料からなる充填部との間で未溶着が生じ、品質低下を招くおそれがある。

【0007】

また、壁部と充填部との隙間を特許文献 1 の溶接方法で埋めることが考えられるが、隙間の形状やサイズに応じてトーチの軌道を細かく調整しなければならず、軌道計画が複雑となってしまう。

【0008】

そこで本発明は、未溶着部の発生を抑えて効率的に高品質な造形物を製造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を目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は下記構成からなる。

溶加材を溶融及び凝固させた溶着ビードを積層させて造形物を造形する積層造形物の製造方法であって、

前記溶着ビードによって枠部を造形する枠部造形工程と、

前記枠部内に第一方向に沿って複数の溶着ビードを形成して前記溶着ビードが並列された内部造形部を造形する内部造形工程と、

前記内部造形部の少なくとも一方の端部と前記枠部との間に形成した隙間に、前記第一方向と交差する第二方向に沿って溶着ビードを形成し、前記隙間を埋める埋込造形工程と、を含む、

積層造形物の製造方法。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、未溶着部の発生を抑えて効率的に高品質な造形物を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態の製造方法で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2A】積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。

【図2B】積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。

【図2C】積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。

【図2D】積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。

【図2E】積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。

【図3A】図2AにおけるA-A断面図である。

【図3B】図2BにおけるB-B断面図である。

【図3C】図2CにおけるC-C断面図である。

【図3D】図2DにおけるD-D断面図である。

【図3E】図2EにおけるE-E断面図である。

【図4】製造された積層造形物の概略縦断面図である。

【図5】埋込造形工程の他の例を説明する製造途中の積層造形物の一部の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明の積層造形物の製造に用いる製造システムの構成図である。

本構成の積層造形物の製造システム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13と、電源装置15と、を備える。

【0013】

積層造形装置11は、先端軸にトーチ17が設けられた溶接ロボット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21とを有する。

【0014】

溶接ロボット19は、多関節ロボットであり、ロボットアームの先端軸に取り付けたトーチ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次元的に任意に設定可能となっている。

【0015】

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に応じて適宜選定される。

10

20

30

40

50

【0016】

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21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51上に溶加材Mの溶融凝固体である線状の溶着ビードBが形成され、この溶着ビードBからなる積層造形物Wが造形される。

【0017】

コントローラ13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。

10

【0018】

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（CADデータ等）を入力又は作成し、軌道演算部33と協働して、積層造形物の造形手順を表す溶着ビードBの積層モデルを生成する。つまり、形状データを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。そして、生成された積層モデルの層形状データに基づいてトーチ17の移動軌跡を決定する。CAD/CAM部31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に基づいて、トーチ17を移動させて溶着ビードを形成する溶接ロボット19及び電源装置15の駆動プログラムを生成する。生成された駆動プログラム等の各種データは記憶部35に記憶される。

20

【0019】

制御部37は、記憶部35に記憶された駆動プログラムを実行して、溶接ロボット19や電源装置15等を駆動する。つまり、溶接ロボット19は、コントローラ13からの指令により、軌道演算部33で生成されたトーチ17の軌道軌跡に沿ってトーチ17を移動させるとともに、溶加材Mをアークで溶融させて、ベースプレート51上に溶着ビードBを形成する。

【0020】

なお、ベースプレート51は、鋼板等の金属板からなり、基本的には積層造形物Wの底面（最下層の面）より大きいものが使用される。なお、ベースプレート51は、板状に限らず、ブロック体や棒状等、他の形状のベースであってもよい。

30

【0021】

溶加材Mとしては、あらゆる市販の溶接ワイヤを用いることができる。例えば、軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ（JIS Z 3312）、軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ（JIS Z 3313）等で規定されるワイヤを用いることができる。

【0022】

上記構成の積層造形物の製造システム100では、制御部37に、造形する積層造形物Wの形状データ（CADデータ等）を入力すると、制御部37は、入力された形状データに基づいて、積層造形物Wの造形手順を表す溶着ビードBの積層モデルを生成する。

【0023】

この積層モデルは、入力された形状データから、その形状、材質、入熱量等の諸条件に基づいて、効率よく積層できるように、適宜なアルゴリズムに基づいて解析的に求められる。これにより、溶着ビードBの積層手順及び形状等の計画である軌道計画を求め、この軌道計画に基づいて、トーチ17の軌道（移動軌跡）を求める。そして、CAD/CAM部31は、求めたトーチ17の軌道、溶着ビードBの軌道計画に基づいて、駆動プログラムを生成する。

40

【0024】

制御部37は、駆動プログラムに従って、トーチ17の先端から突出する溶加材Mをアークによって溶融させてベースプレート51上に線状の溶着ビードBを形成する。そして、この溶着ビードBを積層させることで積層造形物Wを造形する。

50

【0025】

次に、上記の製造システム100による積層造形物の製造方法について説明する。

図2A～図2Eは、積層造形物の製造工程を示す製造途中の積層造形物の平面図である。図3A～図3Eは、図2A～図2Eにおけるそれぞれの断面図である。図4は、製造された積層造形物の概略縦断面図である。

【0026】

(枠部造形工程)

図2A及び図3Aに示すように、積層造形装置11のトーチ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を溶融させる。そして、溶融した溶加材Mからなる溶着ビードB1をベースプレート51上に供給し、ベースプレート51上に溶着ビードB1からなる平面視略矩形形状の枠部53を造形する。

【0027】

(内部造形工程)

図2B及び図3Bに示すように、枠部53の内部に溶着ビードB2を形成する。この溶着ビードB2は、枠部53内において、第一方向Xに沿って一方側から他方側（矢印α方向）へ向かって形成する。本例では、この第一方向Xは、枠部53の長手方向としている。そして、この溶着ビードB2を、枠部53内における幅方向の一方側から順に形成する。これにより、図2C及び図3Cに示すように、枠部53内に、並列に形成された複数の溶着ビードB2からなる内部造形部55を造形する。

【0028】

このとき、溶着ビードB2は、枠部53に対して始端及び終端を離し、隙間をあけて形成する。また、溶着ビードB2の始端及び終端の端面57を、端部へ向かって次第に下方へ傾斜する傾斜面に形成する。このように、溶着ビードB2の始端及び終端の端面57を傾斜面に形成することにより、内部造形部55の端部55aと枠部53との隙間Gに、上方へ向かって次第に広がる開先部59を形成する。例えば、溶着ビードB2の終端の端面57においては、アークを切って溶接を停止させる前にアークを適度に保持することにより、窪みのない傾斜面を形成することができる。

【0029】

(埋込造形工程)

図2D及び図3Dに示すように、内部造形部55の端部55aと枠部53との間に形成された隙間Gに沿ってトーチ17を移動させて溶着ビードB3を形成する。この溶着ビードB3は、内部造形部55を造形するための溶着ビードB2の形成方向である第一方向Xに対して交差する第二方向Yに沿って一方側から他方側（矢印β方向）へ向かって形成する。本例では、この第二方向Yは、枠部53の幅方向としている。

【0030】

そして、図2E及び図3Eに示すように、溶着ビードB3を内部造形部55の端部55aと枠部53との隙間Gに形成することにより、この隙間Gを埋める。このとき、溶着ビードB3を形成する隙間Gは、上方へ向かって次第に広がる開先部59とされているので、接合時の溶接で行われる一般的な溶接の施工と同様に溶着ビードB3を形成して容易に埋めることができる。

【0031】

この溶着ビードB3で隙間Gを埋める際には、それぞれの隙間Gを溶着ビードB3によって一回のパスで充填する。また、この溶着ビードB3は、内部造形部55を造形する際の溶着ビードB2の形成時の溶接電流よりも高電流で形成する。

【0032】

上記の工程を行うことにより、図4に示すように、ベースプレート51上に、溶着ビードB1を積層させた枠部53の内側に、溶着ビードB2を積層させた内部造形部55が造形され、さらに、内部造形部55の端部55aと枠部53との隙間Gが溶着ビードB3によって埋められた積層造形物Wが造形される。

【0033】

10

20

30

40

50

以上、説明したように、本実施形態に係る積層造形物の製造方法によれば、枠部 53 を造形し、その枠部 53 内に内部造形部 55 を造形するので、例えば、内部造形部 55 を大きな断面積の溶着ビード B2 によって効率よく造形することができる。しかも、第一方向 X に沿って形成した複数の溶着ビード B2 からなる内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G に、第一方向 X と交差する第二方向 Y に沿って溶着ビード B3 を形成して隙間 G を埋めることにより、内部造形部 55 における溶着ビード B2 の端部を溶かしながら枠部 53 と溶着させることができる。これにより、製造効率を高めつつ未溶着部の発生を抑制して高品質な積層造形物 W を製造することができる。

【0034】

また、溶着ビード B2 の端面 57 を、端部へ向かって次第に下方へ傾斜する傾斜面に形成することにより、内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G に上方へ向かって次第に広くなる開先部 59 を形成する。したがって、埋込造形工程において、通常の溶接の施工と同様に、開先部 59 に溶着ビード B3 を形成して内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G を容易に埋めることができる。なお、内部造形部 55 を造形する溶着ビード B2 の端面 57 は、適切なタイミングで溶接を停止させることで容易に成形することができる。

【0035】

また、内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G を一回のパスで形成する溶着ビード B3 によって一度に埋めることで、生産性を高めることができ、しかも、軌道計画を簡略にできる。

【0036】

さらに、内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G に高電流で溶着ビード B3 を形成することにより、この溶着ビード B3 を、内部造形部 55 及び枠部 53 へ良好に溶け込ませることができ、未溶着部の発生をより抑えることができる。

【0037】

次に、埋込造形工程の他の例を説明する。

図 5 は、埋込造形工程の他の例を説明する製造途中の積層造形物の一部の平面図である。

図 5 に示すように、内部造形工程において、複数の溶着ビード B2 を並列に形成して内部造形部 55 を造形すると、この内部造形部 55 の端部 55a には、溶着ビード B2 同士の間には凹みが生じることにより、全体が凹凸形状となる。

【0038】

この埋込造形工程では、内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G に溶着ビード B3 を第二方向 Y に沿って一方側から他方側（矢印 β 方向）へ向かって形成する際に、トーチ 17 をウィービング（揺動）させる。このとき、トーチ 17 のウィービングの周期 T を、内部造形部 55 を構成する溶着ビード B2 間のピッチ P の整数倍とし、内部造形部 55 の端部 55a における溶着ビード B2 間に、第二方向 Y に沿って形成する埋め込み用の溶着ビード B3 を埋め込む。

【0039】

図 5 の例では、トーチ 17 のウィービングの周期 T を、内部造形部 55 を構成する溶着ビード B2 間のピッチ P に合わせている。そして、溶着ビード B2 間のピッチ P に合わせてトーチ 17 をウィービングさせてトーチ 17 の経路を交互に左右へ変動（図 5 中矢印 γ 参照）させることにより、内部造形部 55 の端部 55a における溶着ビード B2 間に、第二方向 Y に沿って形成する埋め込み用の溶着ビード B3 を埋め込む。

【0040】

このように、埋込造形工程においてトーチ 17 をウィービングさせて溶着ビード B3 を形成することにより、内部造形部 55 の端部 55a と枠部 53 との隙間 G が広くても、この隙間 G を溶着ビード B3 によって良好に埋めることができる。

【0041】

また、トーチ 17 のウィービングの周期 T を、内部造形部 55 を構成する溶着ビード B2 間のピッチ P の整数倍とし、内部造形部 55 の端部 55a における第一方向 X に沿って

10

20

30

40

50

形成した溶着ビード B 2 間に、第二方向 Y に沿って形成する埋め込み用の溶着ビード B 3 を埋め込ませる。このようにすれば、複数の溶着ビード B 2 を第一方向 X に沿って形成して内部造形部 5 5 を造形することにより生じる内部造形部 5 5 の端部 5 5 a での凹凸を、第二方向 Y に沿って形成する埋め込み用の溶着ビード B 3 によって良好に埋めることができる。また、内部造形部 5 5 の端部 5 5 a における上面の高さも均すことができる。

【0042】

なお、内部造形部 5 5 を造形する際には、溶着ビード B 2 の始端を枠部 5 3 に対して隙間なく接合させもよい。この場合、埋込造形工程では、内部造形部 5 5 における溶着ビード B 2 の終端側の端部 5 5 a と枠部 5 3 との隙間 G を溶着ビード B 3 で埋め込むこととなる。

【0043】

また、上記実施形態では、内部造形工程において、第一方向 X に沿って形成する全ての溶着ビード B 2 を同一方向（矢印 α 方向）へ向かって形成したが、溶着ビード B 2 は、第一方向 X に沿って形成されていれば、形成する向きは限定されない。例えば、第一方向 X に沿って形成する複数の溶着ビード B 2 の向きを交互に変えてもよい。

【0044】

このように、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。

【0045】

以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

(1) 溶加材を溶融及び凝固させた溶着ビードを積層させて造形物を造形する積層造形物の製造方法であって、

前記溶着ビードによって枠部を造形する枠部造形工程と、

前記枠部内に第一方向に沿って複数の溶着ビードを形成して前記溶着ビードが並列された内部造形部を造形する内部造形工程と、

前記内部造形部の少なくとも一方の端部と前記枠部との間に形成した隙間に、前記第一方向と交差する第二方向に沿って溶着ビードを形成し、前記隙間を埋める埋込造形工程と、を含む、積層造形物の製造方法。

【0046】

上記(1)の構成の積層造形物の製造方法によれば、枠部を造形し、その枠部内に内部造形部を造形するので、例えば、内部造形部を大きな断面積の溶着ビードによって効率よく造形することができる。しかも、第一方向に沿って形成した複数の溶着ビードからなる内部造形部の少なくとも一方の端部と枠部との隙間に、第一方向と交差する第二方向に沿って溶着ビードを形成して隙間を埋めることにより、内部造形部における溶着ビードの端部を溶かしながら枠部と溶着させることができる。これにより、製造効率を高めつつ未溶着部の発生を抑制して高品質な積層造形物を製造することができる。

【0047】

(2) 前記内部造形工程において、前記溶着ビードの始端及び終端の少なくとも一方の端面を、端部へ向かって次第に下方へ傾斜する傾斜面に形成し、前記内部造形部の前記端部と前記枠部との前記隙間に上方へ向かって次第に広くなる開先部を形成する、(1)に記載の積層造形物の製造方法。

【0048】

上記(2)の構成の積層造形物の製造方法によれば、溶着ビードの始端及び終端の少なくとも一方の端面を、端部へ向かって次第に下方へ傾斜する傾斜面に形成することにより、内部造形部の端部と枠部との隙間に上方へ向かって次第に広くなる開先部を形成する。したがって、埋込造形工程において、通常の溶接の施工と同様に、開先部に溶着ビードを形成して内部造形部の端部と枠部との隙間を容易に埋めることができる。なお、内部造形部を造形する溶着ビードの傾斜面は、適切なタイミングで溶接を停止させることで容易に成形することができる。

10

20

30

40

50

【0049】

(3) 前記埋込造形工程において、前記溶着ビードを形成するトーチをウィービングさせる、(1)または(2)に記載の積層造形物の製造方法。

【0050】

上記(3)の構成の積層造形物の製造方法によれば、埋込造形工程においてトーチをウィービングさせて溶着ビードを形成する。これにより、内部造形部の端部と枠部との隙間が広くても、この隙間を溶着ビードによって良好に埋めることができる。

【0051】

(4) 前記トーチのウィービングの周期を、前記内部造形部を構成する前記溶着ビード間のピッチの整数倍とし、前記内部造形部の端部における前記第一方向に沿って形成した前記溶着ビード間に、前記第二方向に沿って形成する埋め込み用の前記溶着ビードを埋め込ませる、(3)に記載の積層造形物の製造方法。

10

【0052】

上記(4)の構成の積層造形物の製造方法によれば、複数の溶着ビードを第一方向に沿って形成して内部造形部を造形することにより生じる内部造形部の端部での凹凸を、第二方向に沿って形成する埋め込み用の溶着ビードによって良好に埋めることができる。また、内部造形部の端部における上面の高さも均すことができる。

【0053】

(5) 前記埋込造形工程において、前記内部造形部の端部と前記枠部との前記隙間を、一回のパスで形成する前記溶着ビードによって埋める、(1)～(4)のいずれか一つに記載の積層造形物の製造方法。

20

【0054】

上記(5)の構成の積層造形物の製造方法によれば、内部造形部の端部と枠部との隙間を一回のパスで形成する溶着ビードによって一度に埋めることで、生産性を高めることができ、しかも、軌道計画を簡略にできる。

【0055】

(6) 前記埋込造形工程において形成する溶着ビードを、前記内部造形工程における溶着ビードの形成時よりも高電流で形成する、(1)～(5)のいずれか一つに記載の積層造形物の製造方法。

【0056】

30

上記(6)の構成の積層造形物の製造方法によれば、内部造形部の端部と枠部との隙間に高電流で溶着ビードを形成することにより、この溶着ビードを、内部造形部及び枠部へ良好に溶け込ませることができ、未溶着部の発生をより抑えることができる。

【符号の説明】

【0057】

53 枠部

55 内部造形部

55a 端部

57 端面

59 開先部

40

B, B1, B2, B3 溶着ビード

G 隙間

M 溶加材

P ピッチ

T 周期

W 積層造形物

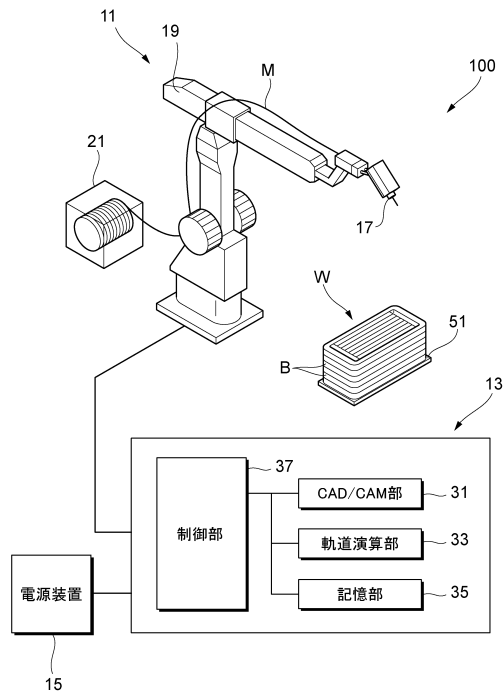
X 第一方向

Y 第二方向

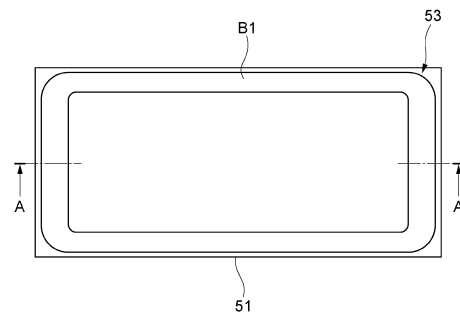
50

【図面】

【図 1】



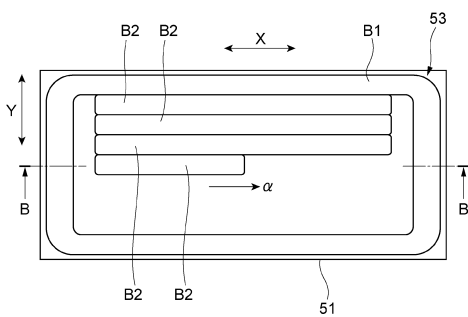
【図 2 A】



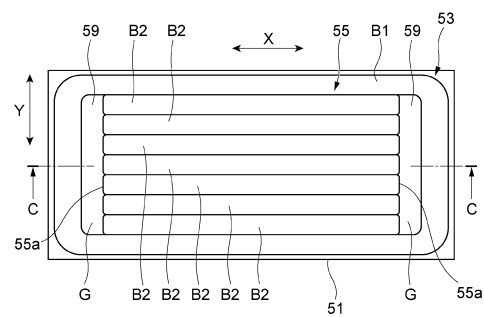
10

20

【図 2 B】



【図 2 C】

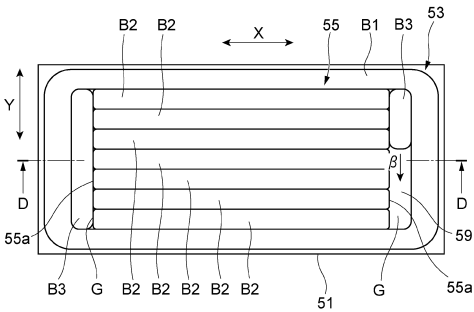


30

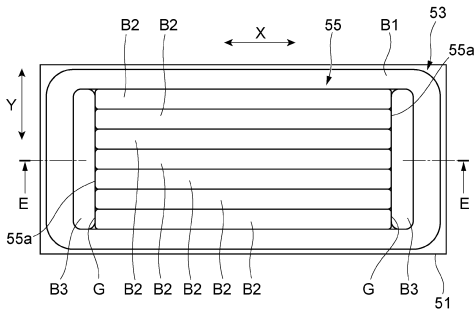
40

50

【図 2 D】



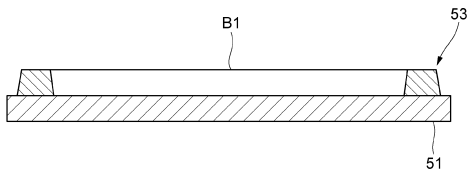
【図 2 E】



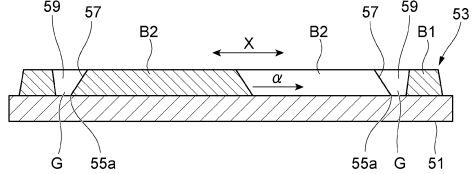
10

20

【図 3 A】



【図 3 B】

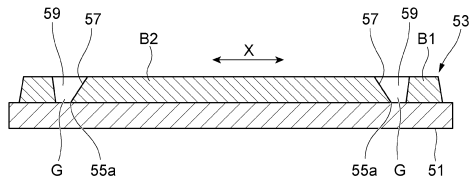


30

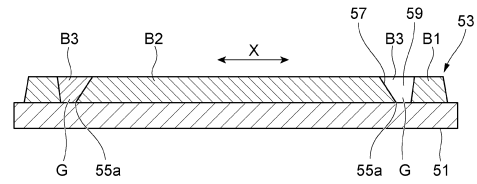
40

50

【図 3 C】



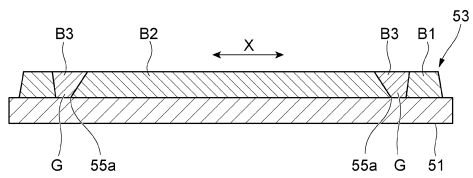
【図 3 D】



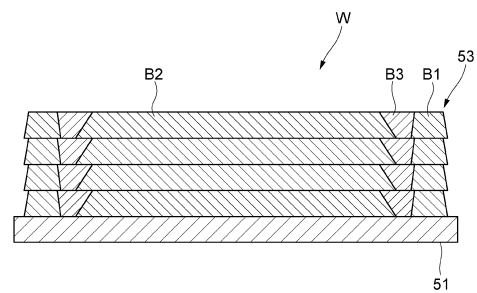
10

20

【図 3 E】



【図 4】

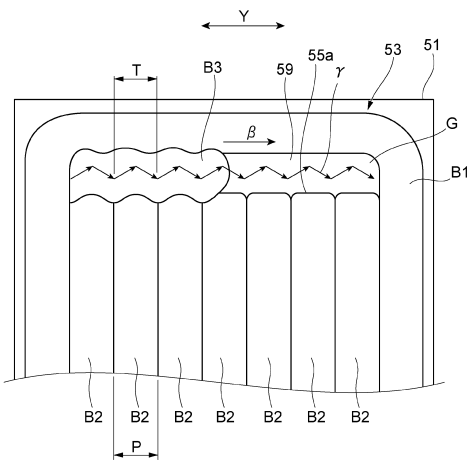


30

40

50

【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開２０１８－８６６６４（ＪＰ，Ａ）
 特開平７－３１４１３４（ＪＰ，Ａ）
 国際公開第２０１４／１１１３７３（ＷＯ，Ａ１）
 特開２０１８－１８３８１５（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１８－１８７６７９（ＪＰ，Ａ）
 特許第６５５２７７１（ＪＰ，Ｂ１）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., ＤＢ名)
- Ｂ２３Ｋ ９／００ － ９／３２
 Ｂ２９Ｃ ６４／２６８
 Ｂ３３Ｙ １０／００