

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6913239号  
(P6913239)

(45) 発行日 令和3年8月4日(2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月13日(2021.7.13)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>B 2 1 J</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 1 J	1/04
<b>B 2 1 J</b>	<b>5/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 1 J	5/08 Z
<b>B 2 3 K</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 K	15/00 5 O 1 A
<b>B 2 3 P</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 P	13/00

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2020-515203 (P2020-515203)	(73) 特許権者	517344295
(86) (22) 出願日	平成29年11月10日 (2017.11.10)		中国原子能科学研究院
(65) 公表番号	特表2020-533180 (P2020-533180A)		CHINA INSTITUTE OF
(43) 公表日	令和2年11月19日 (2020.11.19)		ATOMIC ENERGY
(86) 国際出願番号	PCT/CN2017/110489		中国北京市房山区新▲鎮▼三▲強▼路1号
(87) 国際公開番号	W02019/051979		No. 1 Sanqiang road,
(87) 国際公開日	平成31年3月21日 (2019.3.21)		new town, fangshan
審査請求日	令和2年5月11日 (2020.5.11)		district, Beijing
(31) 優先権主張番号	201710839240.4		102413, China
(32) 優先日	平成29年9月15日 (2017.9.15)	(74) 代理人	100169904
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		弁理士 村井 康司
		(74) 代理人	100159916
			弁理士 石川 貴之
		(72) 発明者	燕春光
			中国北京市房山区新▲鎮▼三▲強▼路1号
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール式金属の構築成形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2<sup>N</sup> ( N 2 ) 個のプリフォームを製造するステップ ( S 1 ) と、  
前記プリフォームを真空チャンバー内で2つずつ溶接し、2<sup>N - 1</sup> 個のI段モジュールを製造するステップ ( S 2 ) と、

前記I段モジュールを加熱した後に、高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温とを施すことにより、中間素材を製造するステップ ( S 3 ) と、

前記中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接し、2<sup>N - 2</sup> 個のII段モジュールを製造し、前記II段モジュールを加熱した後に、高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温とを施すステップ ( S 4 ) と、

2<sup>N - 2</sup> > 1 であれば、ステップ ( S 4 ) で製造された前記中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接して、さらに多段モジュールを製造し、前記多段モジュールを加熱して高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温とを施して、1つの半製品を製造するまで該ステップを1回又は複数回繰り返すステップ ( S 5 ) と、

前記半製品を部材又は部品に加工するステップ ( S 6 ) と、を含む、モジュール式金属の構築成形方法。

【請求項2】

前記I段モジュール、前記II段モジュール及び前記多段モジュールは、いずれも砂時計型モジュールであることを特徴とする、請求項1に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【請求項 3】

ステップ(S1)において、前記プリフォームは、鑄造素材、鍛造素材又は圧延素材である基材を構築し、封止溶接し、鍛造して得られるものであり、又は、鍛造素材を機械加工方式で直接製造して得られるものであることを特徴とする、請求項1又は2に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【請求項 4】

ステップ(S2)において、前記プリフォームから錐台形状要素を製造した後、2つの前記錐台形状要素の小面を重ね合わせて真空電子ビーム溶接を行い、前記I段砂時計型モジュールを製造し、

ステップ(S4)又は(S5)において、前記中間素材から錐台形状要素を製造した後、2つの前記錐台形状要素の小面を重ね合わせて真空電子ビーム溶接を行い、前記II段又は前記多段砂時計型モジュールを製造することを特徴とする、請求項2に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

10

## 【請求項 5】

前記錐台形状要素は、円錐台形状又は四角錐台形状であってよく、2つの前記錐台形状要素の中間界面が滑らかに遷移することを特徴とする、請求項4に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【請求項 6】

前記真空電子ビーム溶接の溶接深さは、20mm～50mmであることを特徴とする、請求項4に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

20

## 【請求項 7】

前記砂時計型モジュールのアスペクト比は、1～3の間にあることを特徴とする、請求項2に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【請求項 8】

ステップ(S3)、(S4)及び(S5)において、前記砂時計型モジュールに対して据え込み変形を施す圧下量は、素材全高の30%～55%であることを特徴とする、請求項2又は7に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【請求項 9】

ステップ(S3)、(S4)及び(S5)において、据え込んだ後の素材に対して高温拡散接続を施し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が12時間以上であることを特徴とする、請求項1又は2に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

30

## 【請求項 10】

ステップ(S6)において、前記半製品に対して据え込み、打ち抜き、穴拡げ及び平坦化を行って環状鍛造品を形成し、又は、前記半製品に対して据え込み保圧、球状化及び穴広げを行って素管を形成し、又は、前記半製品に対して据え込み保圧、球状化及び据え込み押圧を行って立方体形状スラブを形成することを特徴とする、請求項1又は2に記載のモジュール式金属の構築成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、金属材料の製造方法に関し、具体的には、モジュール式金属の構築成形方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

大型金属材料又は複合金属材料を製造するとき、従来方法では、鑄造素材、鍛造素材、及び圧延素材を基材とし、表面加工及び洗浄を行った後、複数の基材を一緒に封止し、界面内部を高真空状態に維持し、そして、据え込み変形、鍛造間保温及び多方向鍛造を特徴とする鍛造溶接プロセスを施し、最終的に大型金物を製造することを提案している。中国特許出願201511026272.X「同質金属の構築成形方法」、201511027492.4「金属の構築成形方法」、及び201511027686.4「円筒体金属

50

の構築成形方法」は、いずれも一次構築成形方法で金属材料を製造する。しかし、大型鍛造品（特に、100トンレベル以上）にとって、一次構築成形の難度が非常に大きく、設備に対する要求が高い。構築過程において溶接継目が一旦失効すると、素材全体が廃棄され、損失が大きい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、大型金属の構築成形に対して、実現可能で、信頼性が高く、安全な製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の技術的解決手段は、以下のとおりである：

モジュール式金属の構築成形方法は、

$2^N$  ( $N \geq 2$ ) 個のプリフォームを製造するステップ (S1) と、

プリフォームを真空チャンバー内で2つずつ溶接し、 $2^{N-1}$  個のI段モジュールを製造するステップ (S2) と、

I段モジュールを加熱した後に高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施すことにより、中間素材を製造するステップ (S3) と、

中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接し、 $2^{N-2}$  個のII段モジュールを製造し、II段モジュールを加熱した後に高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施す

ステップ (S4) と、  
 $2^{N-2} > 1$  であれば、ステップ (S4) で製造された中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接し、さらに多段モジュールを製造し、前記多段モジュールを加熱して高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施し、1つの半製品を製造するまで該ステップを1回又は複数回繰り返すステップ (S5) と、

半製品を部材又は部品に加工するステップ (S6) と、を含む。

【0005】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、前記I段モジュール、II段モジュール及び多段モジュールは、いずれも砂時計型モジュールである。

【0006】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、ステップ (S1) に記載のプリフォームは、鑄造素材、鍛造素材又は圧延素材という基材を構築し、封止溶接し、鍛造して得られるものであり、又は鍛造素材を機械加工方式で直接製造して得られるものである。

【0007】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、ステップ (S2) において、前記プリフォームから錐台形状要素を製造した後、2つの錐台形状要素の小面を重ね合わせて真空電子ビーム溶接を行い、I段砂時計型モジュールを製造し、ステップ (S4) 又は (S5) において、前記中間素材から錐台形状要素を製造した後、2つの錐台形状要素の小面を重ね合わせて真空電子ビーム溶接を行い、II段又は多段砂時計型モジュールを製造する。前記錐台形状要素は、円錐台形状又は四角錐台形状であってよく、2つの錐台形状要素の中間界面が滑らかに遷移する。

【0008】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、前記真空電子ビーム溶接の溶接深さは、20～50mmである。

【0009】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、前記砂時計型モジュールのアスペクト比は、1～3の間にある。

【0010】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、ステップ (S3)、(S4)

10

20

30

40

50

及び( S 5 )において、砂時計型モジュールに対して据え込み変形を施す圧下量は、素材全高の30～55%である。

【0011】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、ステップ( S 3 )、( S 4 )及び( S 5 )において、据え込んだ後の素材に対して高温拡散接続を施し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が12時間以上である。

【0012】

さらに、上記モジュール式金属の構築成形方法において、ステップ( S 6 )において、半製品に対して据え込み、打ち抜き、穴拡げ、平坦化を行って環状鍛造品を形成し、又は半製品に対して据え込み保圧、球状化及び穴広げを行って素管を形成し、又は半製品に対して据え込み保圧、球状化及び据え込み押圧を行って立方体形状スラブを形成する。

【発明の効果】

【0013】

本発明の有益な効果は、以下のとおりである：本発明に係るモジュール式金属の構築成形方法による品質は、信頼性がより高く、制御可能である。各モジュールは、鍛造後に探傷可能であり、合格後に利用することが保証され、投入時に複数のモジュールを投入し、工事期間を効果的に保証することができる。砂時計型の構築素材は、据え込み中の変形を界面位置に集中させ、表面引張応力の発生を回避し、素材に均一に大きな圧縮応力を与え、素材表面の引張応力状態を著しく改善することができる。また、砂時計型素材の最小断面積が小さく、鍛造に必要な圧力を効果的に低減することができる。本発明は、大型金属の構築成形の歩留まりを向上させ、共通仕様のプレス機を用いた条件下で生産効率を大幅に向上させ、かつ大型構築成形鍛造品の製造過程におけるボトルネック問題を解決し、生産コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明のモジュール式金属の構築成形方法のフロー図である。

【図2】本発明の実施例1の金属の構築成形方法の概略フロー図である。

【図3】本発明の実施例2の金属の構築成形方法の概略フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面及び実施例を参照しながら本発明を詳細に説明する。

【0016】

図1に示すように、プロセス全体から説明すると、本発明に係るモジュール式金属の構築成形方法は、

2<sup>N</sup> (Nは2以上の整数である)個のプリフォームを製造するステップ(1)と、

まず、プリフォームを真空チャンバー内で2つずつ溶接し、2<sup>N-1</sup>個のI段モジュールを製造する(2-1)ことと、次に、I段モジュールを加熱した後に高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施すことにより、中間素材を製造する(2-2)ことと、そして、中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接し、2<sup>N-2</sup>個のII段モジュールを製造し、II段モジュールを加熱した後に高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施し、プリフォームの数に応じて該ステップを複数回繰り返す可能性がある(2-3)こととを含む多段モジュールの製造ステップ(2)と、

中間素材から半製品を製造するステップ(3)と、

素材を部材又は部品に加工するステップ(4)と、を含む。

【0017】

本発明において、プリフォームによって製造されるI段モジュールと中間素材によって製造されるII段モジュール又は多段モジュールは、いずれも砂時計型モジュールであり、砂時計型モジュールの利点を十分に利用し、中間素材の体積と重量を続けて拡大し、最後に半製品を製造することができる。

【0018】

10

20

30

40

50

本発明に記載のプリフォームは、鑄造素材、鍛造素材又は圧延素材という基材を構築し、封止溶接し、鍛造して得られるものであり（具体的な方法は、201511026272.X「均質金属の構築成形方法」の説明を参照）、又は鍛造素材を機械加工方式で直接製造して得られるものである。

【0019】

半製品製造過程において、本発明の特徴は、多段モジュール化製造プロセスを採用し、大型鍛造品を複数のモジュールに分けて構築することである。このようなプロセス方法は、材料を投入するときに複数の材料を投入し、生産効率を効果的に向上させ、工事期間を確保することができる。モジュールの段数は、プリフォームの数によって決定され、プリフォーム又は中間素材を真空チャンバー内で2つずつ溶接することで異形モジュールを形成し、異形モジュールに対して高さ方向に沿った据え込み変形と鍛造間保温を施し、このプロセスステップを複数回繰り返す、最終的に1つの半製品を製造する。

10

【0020】

本発明の特徴のもう1つの態様は、半製品製造過程において採用される異形モジュール構造に表現され、プレフォームから多段砂時計型モジュールを製造し、砂時計型構築素材のため、据え込み中の変形を界面位置に集中させ、表面の引張応力の発生を回避し、素材に均一に大きな圧縮応力を与え、素材表面の引張応力状態を著しく改善することができる。このため、本発明は、まず、前記プリフォーム又は中間素材から錐台形状要素を製造し、鍛造及び/又は機械加工の方式で錐台形状要素を製造することができる。そして、2つの錐台形状要素の小面を重ね合わせて真空電子ビーム溶接を行い、砂時計型モジュールを製造する。具体的な実施形態において、前記錐台形状要素は、円錐台形状又は四角錐台形状であってよい（他の錐台形状、例えば、六角錐台形状、八角錐台形状などであってよい）。砂時計型素材の最小断面積が小さいため、鍛造に必要な圧力を効果的に低減することができる。しかし、中間窪みが狭いと、鍛造過程においてしわ疵が発生し、中間窪みが広いと、鍛造圧力を低下させる作用が弱められる。このため、砂時計型素材を設計するとき、錐台形状要素の縦方向台形断面の下底辺と脚との夾角の大きさを考慮し、それを理想的な範囲にさせるべきである。また、中間界面での台形素材の折り畳みを回避するために、それを滑らかに遷移させ、2つの台形の境界での尖った角の発生を回避する。2つの錐台形状要素の接合は、真空電子ビーム溶接により実現され、まず被溶接面を加工し、洗浄し、次に、真空チャンバー内で被溶接素材の縁部に対して真空電子ビーム溶接を行い、真空電子ビーム封止溶接の溶接深さが20～50mmである。溶接後に形成された砂時計型モジュールのアスペクト比は、1～3の間にある。前記アスペクト比は、砂時計型モジュールの全高と円錐台の底面の直径（又は四角錐台の底面の辺長）との比を指す。

20

30

【0021】

半製品製造過程において、まず、素材を加熱し、最高加熱温度が1200以上であり、次に、砂時計型素材に対して高さ方向に沿った据え込み変形を施し、加熱後の素材をプレス機の操作台上に置き、高さ方向に沿って据え込みを施し、据え込み変形の圧下量が素材全高の30～55%である。そして、据え込んだ後の素材に対して高温拡散接続を施し、据え込んだ後の素材を加熱炉に戻して加熱し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が8時間以上である。

40

【実施例1】

【0022】

本実施例の目標製品は、大型環状鍛造品である。

【0023】

ステップ1では、鑄造方式でスチールインゴットを取得し、スチールインゴットを加熱し、分塊鍛造してプリフォームを形成し、プリフォームの寸法が直径2100mm、高さ1500mmであり、図2(a)に示すとおりである。

【0024】

ステップ2では、プリフォームを鍛造する前に加熱し、最高加熱温度が1200以上である。プリフォームを型鍛造して、I段錐台形状要素を形成し、図2(b)に示すとおり

50



の30～55%を圧下する。素材に対して高温拡散接続を施す。据え込んだ後の素材を加熱炉に戻して加熱し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が12時間以上である。

【0036】

ステップ4では、素材に対して三方向据え込みを施し、チャンファ、面取り及び機械加工処理を行い、プリフォームを形成し、図3(b)に示すとおりである。

【0037】

ステップ5では、プリフォームを鍛造する前に加熱し、最高加熱温度が1200以上である。プリフォームを型鍛造して、I段錐台形状要素を形成し、図3(c)に示すとおりである。

10

【0038】

ステップ6では、I段錐台形状要素に対して真空電子ビーム溶接を行う。真空チャンバー内で、重ね合わせたI段錐台形状要素素材に対して真空電子ビーム封止溶接を行い、溶接深さが20～50mmであり、I段砂時計型モジュールを形成し、図3(d)に示すとおりである。

【0039】

ステップ7では、溶接された異形モジュールを鍛造する前に加熱し、最高加熱温度が1200以上である。加熱後の素材をプレス機の操作台上に置き、素材の高さ方向を鉛直方向に沿わせる。高さ方向に沿って据え込みを施し、素材全高の30～55%を圧下する。素材に対して高温拡散接続を施す。据え込んだ後の素材を加熱炉に戻して加熱し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が12時間以上である。続いて、素材を球状化処理し、図3(e)に示すとおりである。

20

【0040】

ステップ8では、素材を鍛造する前に加熱し、最高加熱温度が1200以上である。素材を型鍛造して、II段錐台形状要素を形成し、図3(f)に示すとおりである。

【0041】

ステップ9では、II段錐台形状要素に対して真空電子ビーム溶接を行う。真空チャンバー内で、重ね合わせたII段錐台形状要素素材に対して真空電子ビーム封止溶接を行い、溶接深さが20～50mmであり、II段砂時計型モジュールを形成し、図3(g)に示すとおりである。

30

【0042】

ステップ10では、溶接されたII段砂時計型モジュールを鍛造する前に加熱し、最高加熱温度が1200以上である。加熱後の素材をプレス機の操作台上に置き、素材の高さ方向を鉛直方向に沿わせる。高さ方向に沿って据え込みを施し、素材全高の30～55%を圧下する。素材に対して高温拡散接続を施す。据え込んだ後の素材を加熱炉に戻して加熱し、加熱温度が1200以上であり、均熱した後の保温時間が12時間以上である。続いて、素材を球状化処理して半製品を製造し、図3(h)に示すとおりである。

【0043】

ステップ11では、半製品に据え込み保圧、球状化及び穴広げを行って、最終寸法の素管を形成し、図3(i)に示すとおりである。

40

【0044】

該実施例におけるステップ8～10を繰り返して行い、中間素材から多段砂時計型モジュールを製造し、次に半製品を製造することができる。

【0045】

また、上記実施例の最終製品は、大型環状鍛造品又は素管に限定されず、他の部品又は部材、例えば、立方体形状のスラブなどに加工してもよい。

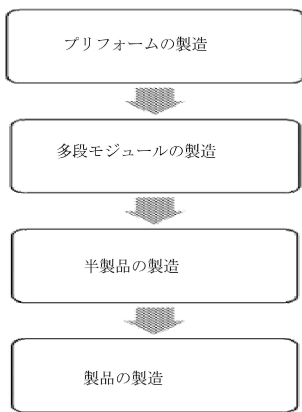
【0046】

明らかに、当業者であれば、本発明の精神及び範囲から逸脱せずに、本発明に対して様々な修正及び変形を行うことができる。このように、本発明のこれらの修正及び変形が本発明の請求項及びその均等の技術の範囲に属すれば、本発明は、これらの修正及び変形も

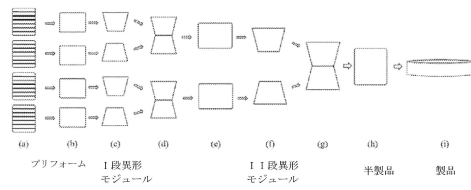
50

含むことが意図されている。

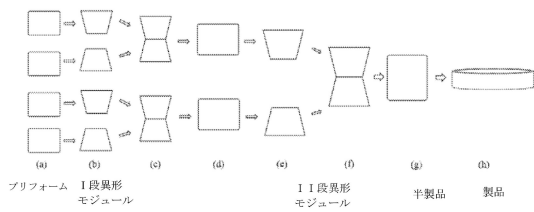
【図1】



【図3】



【図2】



## フロントページの続き

- (72)発明者 徐海涛  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 劉 強  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 李雅平  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 孫 剛  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 劉 兆 陽  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 王明政  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号
- (72)発明者 楊 孔 りいー  
中国北京市房山区新 鎮 三 強 路 1 号

審査官 大宮 功次

- (56)参考文献 中国特許出願公開第103212777(CN, A)  
国際公開第2017/069626(WO, A1)  
特表2003-520139(JP, A)  
中国特許出願公開第106312454(CN, A)  
独国特許出願公開第102009010149(DE, A1)  
特開2014-237152(JP, A)  
中国特許出願公開第106607668(CN, A)  
国際公開第2016/150024(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 J 1 / 0 4  
B 2 1 J 5 / 0 8  
B 2 3 K 1 5 / 0 0  
B 2 3 P 1 3 / 0 0