

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-55428

(P2008-55428A)

(43) 公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| B 2 1 D 26/02 (2006.01) | B 2 1 D 26/02 | C 2 G 0 8 5 |
| B 2 1 D 15/10 (2006.01) | B 2 1 D 15/10 | |
| H 0 5 H 7/20 (2006.01) | H 0 5 H 7/20 | |

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-231691 (P2006-231691)
 (22) 出願日 平成18年8月29日 (2006. 8. 29)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成18年4月21日 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構主催の「第7回高エネ研メカ・ワークショップ」において文書をもって発表

特許法第30条第1項適用申請有り 平成18年8月3日 日本加速器学会主催の「第3回日本加速器学会年会・第31回リアック技術研究会」において文書をもって発表

(71) 出願人 504151365
 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 茨城県つくば市大穂1番地1
 (71) 出願人 506293096
 株式会社清水製作所
 京都府京都市伏見区淀原目町335-5
 (74) 代理人 100138391
 弁理士 天田 昌行
 (74) 代理人 100098589
 弁理士 西山 善章
 (74) 代理人 100097559
 弁理士 水野 浩司
 (74) 代理人 100121083
 弁理士 青木 宏義

最終頁に続く

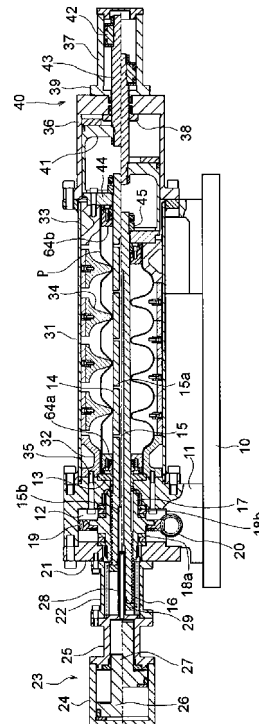
(54) 【発明の名称】 パイプ材のふくらみ加工装置及びふくらみ加工方法

(57) 【要約】

【課題】 液圧成形によりパイプ材に所望形状のふくらみを連続して形成すること。

【解決手段】 くびれ加工されたパイプ材Pのくびれ位置に合わせて稼動割型34をセットして円筒カバー31内に装填し、増圧シリンダ機構23によりパイプ材Pの内部に挿入した圧縮用ネジ14から内圧を加えて変形させると共に圧縮用シリンダ機構40により稼動割型34をパイプ軸方向に押し込み、さらにパイプ材Pが変形により短くなるのに合わせてウォーム機構により圧縮用ネジ14を引き戻すようにした。これにより、くびれ加工されたパイプ材Pのパイプ径部を稼動割型34により所望形状のふくらみに加工でき、一度のバルジ加工で複数のふくらみを成形できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パイプ軸方向に連続してくびれが形成されたパイプ材の各くびれ位置に取り付けられる複数の稼動割型と、

前記パイプ材の一端部に取り付けられる稼動型と、

前記パイプ材の他端部に取り付けられる固定型と、

前記稼動割型、稼動型及び固定型が前記パイプ材に取り付けられたまま装填される筒状カバーと、

棒内部には軸方向に沿って圧液導入路が形成され、前記パイプ材のパイプ軸方向の複数の位置において圧液を吐出する吐出口が設けられ、前記パイプ材内部をパイプ両端部で密閉した状態で当該パイプ材の内部に通される圧液吐出棒と、

前記圧液吐出棒の圧液導入路に圧液を導入する圧液導入装置と、

前記稼動型及びパイプ材一端部を前記固定型が取り付けられたパイプ材他端部方向に押し込む押圧装置と、

前記固定型及びパイプ材他端部が押し当てられる固定ブロックと、

を具備したことを特徴とするパイプ材のふくらみ加工装置。

【請求項 2】

前記パイプ材の短縮側への動きに併せて前記圧液吐出棒を移動させる移動機構を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のパイプ材のふくらみ加工装置。

【請求項 3】

前記移動機構は、駆動源と、前記駆動源から回転力が伝達されるウォームと、前記ウォームの回転を前記圧液吐出棒を回転軸とする回転に変換するウォームホイールと、前記圧液吐出棒の外周に形成されたねじ部と螺合し前記圧液吐出棒の棒軸方向への移動が規制された状態で前記ウォームホイールと共に回転する回転体とから構成されたことを特徴とする請求項 2 記載のパイプ材のふくらみ加工装置。

【請求項 4】

前記圧液導入装置は、プースタ方式の増圧シリンダ機構で構成されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載のパイプ材のふくらみ加工装置。

【請求項 5】

前記パイプ材は、内層がニオブ (Nb) で外層が銅 (Cu)、又は内層が銅 (Cu)、中間層がニオブ (Nb) で外層が銅 (Cu) の複合材からなり、超伝導加速空洞に用いられることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載のパイプ材のふくらみ加工装置。

【請求項 6】

パイプ軸方向に連続してくびれが形成されたパイプ材の各くびれ位置に稼動割型を取り付けると共に前記パイプ材の一端部に稼動型を取り付ける一方、前記パイプ材の他端部に固定型を取り付けて筒状カバーに装填し、

棒内部には軸方向に沿って圧液導入路が形成され、前記パイプ材のパイプ軸方向の複数の位置において圧液を吐出する吐出口が設けられた圧液吐出棒を、前記パイプ材内部をパイプ両端部で密閉した状態で当該パイプ材の内部に通し、

前記稼動型及びパイプ材一端部を前記固定型が取り付けられたパイプ材他端部方向に押し込む一方、前記圧液吐出棒の圧液導入路に圧液を導入し、

前記パイプ材が短くなり前記稼動割型、稼動型、固定型が一体化した後、前記パイプ材に完全なふくらみが形成されるようにしたことを特徴とするパイプ材のふくらみ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数個所にくびれが形成されたパイプ材にふくらみを与えるふくらみ加工装置及びふくらみ加工方法に関し、特に超伝導加速空洞に用いられるパイプ材にバルジ加工

10

20

30

40

50

により所望形状のふくらみを与えるパイプ材のふくらみ加工装置及びふくらみ加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、リニアコライダー（電子・陽電子加速器）用の超伝導加速空洞の開発が行われている。リニアコライダーでは、共鳴周波数1.3GHzのニオブ（Nb）製の空洞を液体ヘリウムで絶対温度2度（2K）に冷却した超伝導状態で運転し、35MV/m～45MV/mの軸上電場を生成して電子（又は陽電子）ビームを加速する。ILC（国際リニアコライダー計画）では、クライオスタッドと呼ばれる装置に、4～8個の超伝導加速空洞（キャビティ）を直列に並べて組み込み、これを5000～2500台連設して約30～40kmの直線状の空洞を構築することが計画されている。

10

【0003】

図8は、9個の多連セルからなる超伝導加速空洞の正面図である。超伝導加速空洞は、内部が単調な空洞形状ではなく、粒子を加速するためのアイリスと呼ばれるくびれが各セルに存在する。多連セルからなる超伝導加速空洞を製作する方法として、ニオブ板金をプレス加工によって半セルに成形し、この半セル群を順次電子ビーム溶接で接合してダンベル形状とし、さらにダンベル形状同士を電子ビーム溶接で接合する電子ビーム方式が技術上確立されている。

【0004】

ところが、電子ビーム方式は完成した超伝導加速空洞の赤道部（空洞最大直径部）に電子ビーム溶接によるビードが残る問題がある。超伝導加速空洞の赤道部においてビードが電界方向に対して直交方向に形成されていると、空洞性能の低下を招く大きな原因となる。このため、電子ビーム方式は、ビードを滑らかに研磨する工程が必要であると共に溶接時間も長くなるといった問題があった。

20

【0005】

そこで、周方向及び軸方向のいずれにも継ぎ目の無いシームレス管を成形する方法が提案されている。例えば、プレス加工、深絞り加工、張り出し成形加工、液圧バルジ加工及びスピニング加工のうちの複数を適当に組み合わせるとした製造方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載された製造方法は、クラッド板から切断で円板を採取し、数回の深絞り加工によりカップ状円筒に成形し、この円筒を素管として液

30

【0006】

また、少ない金型を用いてバルジ加工によりシームレスキャビティを製作する方法が提案されている（例えば、特許文献2参照）。特許文献2では、空洞の最大径部に相当する位置にて分割される一对の分割金型を用いたバルジ加工にて円筒から単セルを形成するものである。

【特許文献1】特開2000-367799号公報

【特許文献2】特開2001-196200号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

しかしながら、従来のバルジ加工によるシームレスキャビティ製作方法は、1つの金型を用いて1個ずつふくらみを加工するため、多連セルからなる超伝導加速空洞を製作しようとする、全てのふくらみ加工を完了するまでに長時間を要するという問題があった。

【0008】

本発明は、くびれがパイプ軸方向に連続して形成されたパイプ材を用いてパイプ軸方向に複数のふくらみを一度に作ることができ、ふくらみ加工時間を大幅に短縮することのできるパイプ材のふくらみ加工装置及びふくらみ加工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】

【0009】

50

本発明のパイプ材のふくらみ加工装置は、パイプ軸方向に連続してくびれが形成されたパイプ材の各くびれ位置に取り付けられる複数の稼動割型と、前記パイプ材の一端部に取り付けられる稼動型と、前記パイプ材の他端部に取り付けられる固定型と、前記稼動割型、前記稼動型、前記固定型が前記パイプ材に取り付けられたまま装填される筒状カバーと、棒内部には軸方向に沿って圧液導入路が形成され、前記パイプ材のパイプ軸方向の複数の位置において圧液を吐出する吐出口が設けられ、前記パイプ材内部をパイプ両端部で密閉した状態で当該パイプ材の内部に通される圧液吐出棒と、前記圧液吐出棒の圧液導入路に圧液を導入する圧液導入装置と、前記稼動型及びパイプ材一端部を前記固定型が取り付けられたパイプ材他端部方向に押し込む押圧装置と、前記固定型及びパイプ材他端部が押し当てられる固定ブロックとを具備したことを特徴とする。

10

【0010】

このように構成されたパイプ材のふくらみ加工装置によれば、圧液吐出棒の圧液導入路に圧液を導入すると共に、前記稼動型及びパイプ材一端部を前記固定型が取り付けられたパイプ材他端部方向に押し込むようにしたので、パイプ材が金型の各位置でふくらみ、パイプ材の長さがある程度まで短くなると、押圧装置による押し込みで稼動割型、稼動型、固定型が一体化し、その後、一体化されている金型で完全なふくらみが形成される。したがって、パイプ材にはバルジ加工により複数のふくらみが一度に成形可能であり、加工時間を大幅に短縮可能である。

【0011】

また本発明は、上記パイプ材のふくらみ加工装置において、前記パイプ材の短縮側への動きに併せて前記圧液吐出棒を移動させる移動機構を備えたことを特徴とする。

20

【0012】

このように構成されたパイプ材のふくらみ加工装置によれば、パイプ材の短縮側への動きに併せて前記圧液吐出棒を移動させるので、圧液を吐出する吐出口を常に最適な位置に配置することができる。

【0013】

前記移動機構は、駆動源と、前記駆動源から回転力が伝達されるウォームと、前記ウォームの回転を前記圧液吐出棒を回転軸とする回転に変換するウォームホイールと、前記圧液吐出棒の外周に形成されたねじ部と螺合し前記圧液吐出棒の棒軸方向の移動が規制された状態で前記ウォームホイールと共に回転する回転体とから構成することができる。

30

【0014】

また前記圧液導入装置は、プースタ方式の増圧シリンダ機構で構成することができる。これにより、発生圧力すなわち使用圧力が低圧であっても高圧力に増圧することができる。

【0015】

また、前記パイプ材は、内層がニオブ(Nb)で外層が銅(Cu)、又は内層が銅(Cu)、中間層がニオブ(Nb)で外層が銅(Cu)の複合材からなり、超伝導加速空洞に用いられることを特徴とする。

【0016】

また、本発明のパイプ材のふくらみ加工方法は、パイプ軸方向に連続してくびれが形成されたパイプ材の各くびれ位置に稼動割型を取り付けると共に前記パイプ材の一端部に稼動型を取り付ける一方、前記パイプ材の他端部に固定型を取り付けて筒状カバーに装填し、棒内部には軸方向に沿って圧液導入路が形成され、前記パイプ材のパイプ軸方向の複数の位置において圧液を吐出する吐出口が設けられた圧液吐出棒を、前記パイプ材内部をパイプ両端部で密閉した状態で当該パイプ材の内部に通し、前記稼動型及びパイプ材一端部を前記固定型が取り付けられたパイプ材他端部方向に押し込む一方、前記圧液吐出棒の圧液導入路に圧液を導入し、前記パイプ材が短くなり前記稼動割型、稼動型、固定型が一体化した後、前記パイプ材に完全なふくらみが形成されるようにしたことを特徴とする。

40

【発明の効果】**【0017】**

50

本発明によれば、くびれがパイプ軸方向に連続して形成されたパイプ材を用いてパイプ軸方向に複数のふくらみを一度に作ることができ、複数のふくらみ加工時間を大幅に短縮することができることから、シームレス化された多連セル超伝導加速空洞の製作時間を大幅に短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明を液圧成形装置に適用した一実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。

【0019】

図1は本発明の一実施の形態に係る液圧成形装置の断面構造を示す正面図である。図1において、可動部分については、後述する圧縮用ネジの中心軸より上側がふくらみ加工前の状態を示し、圧縮用ネジの中心より下側がふくらみ加工後の状態を示している。なお、パイプ材Pは、ニオブ(Nb)の単一材、内層がニオブ(Nb)で外層が銅(Cu)、又は内層が銅(Cu)、中間層がニオブ(Nb)で外層が銅(Cu)の複合材からなり、超伝導加速空洞に用いられるものとする。

10

【0020】

装置本体の基台10上面に後述する円筒カバー31の一端部側を支える固定ブロック11が取付け固定されている。固定ブロック11は円筒カバー31とは逆側に開放した円柱状の収納空間12を有する。この収納空間12を形成する円筒カバー側壁に貫通口が形成されており、当該貫通口に取り付けられたブッシュ13を介して圧縮用ネジ14が挿通されている。

20

【0021】

圧縮用ネジ14は、ふくらみ加工前のくびれパイプ材Pの全長よりも十分に長い寸法に設定されている。圧縮用ネジ14の内部は中心軸に沿って圧液導入路15が形成されている。圧液導入路15は圧縮用ネジ14の圧液導入側端部(図中左側)から対向端部の手前までの所定領域に掛けて形成されており、圧縮用ネジ14の長手方向の複数個所であってふくらみ加工領域に相当する位置に吐出口15aがそれぞれ設けられている。また、圧縮用ネジ14の圧液導入側端部の所定領域にはその外周面にネジ溝16が設けられている。

【0022】

また、固定ブロック11の収納空間12には圧縮用ネジ14を回転軸として回転する回転体17が配設されている。回転体17の中心軸に沿ってネジ穴が形成されており、当該ネジ穴に圧縮用ネジ14外周面のネジ溝16を螺合させている。しかも、回転体17はネジ軸方向の両側が軸受け18a, 18bを介して固定ブロック11の左右の内壁に支持されており、ネジ軸方向への移動が規制されている。したがって、回転体17が圧縮用ネジ14を回転軸として回転することにより、圧縮用ネジ14が相対的に左右方向に移動することになる。

30

【0023】

また、固定ブロック11の収納空間12にはウォームホイール19とウォーム20とからなるウォーム機構が配設されている。このウォーム機構では、ウォームホイール19の外周溝が、圧縮用ネジ14の下方に配置されたウォーム20と噛み合し、ウォーム20の回転によりウォームホイール19が回転体17と係合して一体となって圧縮用ネジ14を回転軸として回転する。固定ブロック11の開放側は収納空間12の左側側壁を形成するサイド蓋21が取り付けられている。

40

【0024】

サイド蓋21にはウォーム機構により左右方向に移動する圧縮用ネジ14の圧液導入側端部が出し入れされる開口部が形成されている。中間円筒部22の一端部がサイド蓋21に対して上記開口部と同心状に取り付け固定されている。

【0025】

中間円筒部22の他端部に対してプースタ方式の増圧シリンダ機構23が設けられている。増圧シリンダ機構23は、シリンダ部が、シリンダ内径が大きい元圧側シリンダ24

50

と、シリンダ内径が相対的に小さく元圧側シリンダ 2 4 に連通した増圧側シリンダ 2 5 とから構成される。また、ピストン部が、元圧側シリンダ 2 4 内を往復運動する元圧側ピストン部 2 6 と、元圧側ピストン部 2 6 に一体形成され増圧側シリンダ 2 5 内を往復運動する増圧側ピストン部 2 7 とからなる。具体的には、元圧側は、直径 = 1 6 0 mm、ピストン面積 = 2 0 1 c m²、圧力 = 4 0 K g / c m²、容積 = 2 0 0 0 c c / 回とし、増圧側は、直径 = 7 0 mm、ピストン面積 = 3 8 . 5 c m²、圧力 = 2 0 0 K g / c m²、(元圧 4 0 K g / c m² のとき)、容積 = 3 8 0 c c / 回とする。このように、増圧シリンダ機構 2 3 は、4 0 K g / c m² の元圧を 2 0 0 K g / c m² に増圧して圧縮用ネジ 1 4 に送り込む。

【 0 0 2 6 】

増圧側シリンダ 2 5 において元圧側とは反対側となる側壁外周に設けられたフランジと、中間円筒部 2 2 の一端部開口の外周に設けられたフランジとが締結部材にて締結固定されている。増圧側シリンダ 2 5 の側壁中央部に小径の貫通口が形成されており、案内管 2 8 の一端が当該貫通口に連結されている。案内管 2 8 は、中間円筒部 2 2 を通過して圧縮用ネジ 1 4 の圧液導入路 1 5 に先端部が挿入されている。圧液導入路 1 5 は案内管 2 8 が挿入される部分の径がそれよりも先の径よりも大きくなっていて案内管 2 8 が圧液導入路 1 5 内を摺動するものとなっている。

【 0 0 2 7 】

固定ブロック 1 1 の一方の外壁に対して長尺な円筒状をなす円筒カバー 3 1 が水平に取り付けられている。円筒カバー 3 1 は、後述する金型の外径に相当する内径を有しており、当該カバーの一端部に形成したフランジを固定ブロック 1 1 の外壁にネジ等の締結部材で締め付けることで固定ブロック 1 1 に対して水平に取付け固定されている。

【 0 0 2 8 】

円筒カバー 3 1 の内部には、左端固定型 3 2 及び右端稼動型 3 3 が装填されており、さらにその間に複数の稼動割型 3 4 (同図では 4 個) が装填されている。左端固定型 3 2 は収納空間 1 2 側から螺入させたネジ 3 5 にて固定ブロック 1 1 の外壁側に固定されている。

【 0 0 2 9 】

一方、円筒カバー 3 1 の右側端部に第 1 シリンダ 3 6 の一端部が取付け固定されており、第 1 シリンダ 3 6 の他端部には第 2 シリンダ 3 7 の一端部が取付け固定されている。円筒カバー 3 1 の右側端部外周及び第 1 シリンダ 3 6 の一端部外周にそれぞれ形成したフランジを接合させ締結部材にて両者を固定している。また、第 1 シリンダ 3 6 と第 2 シリンダ 3 7 の接合部にはピストン軸が通る貫通口が形成されている。この貫通口には第 1 シリンダ 3 6 の内壁側からプッシュ 3 8 が挿入され、プッシュ機能を持たせた第 2 シリンダ 3 7 の側壁凸部 3 9 を第 1 シリンダ 3 6 の外壁側から貫通口に挿入している。

【 0 0 3 0 】

第 1 シリンダ 3 6 内の第 1 ピストン 4 1 と第 2 シリンダ 3 7 内の第 2 ピストン 4 2 とはピストン軸 4 3 を介して連結されている。第 1 ピストン 4 1 の先端部が押圧板 4 4 に当接している。この押圧板 4 4 と右端稼動型 3 3 とがネジ等の締結部材により連結固定されている。押圧板 4 4 は圧縮用ネジ 1 4 の外周に同心状に嵌め込まれており、圧縮用ネジ 1 4 の右端部に取り付けられた固定部材 4 5 が抜け止めとなって図中右方向への移動が規制されている。

【 0 0 3 1 】

第 1 シリンダ 3 6 は、直径 = 2 4 0 mm、ピストン面積 = 4 3 2 c m²、圧力 = 3 4 トン (8 0 K g / c m² の場合) であり、第 2 シリンダ 3 7 は、直径 = 1 0 0 mm、ピストン面積 = 7 8 . 5 c m²、圧力 = 6 トン (8 0 K g / c m² の場合) である。したがって、右端稼動型 3 3 を左端固定型 3 2 方向に合計 4 0 トンの力で押圧することができる。

【 0 0 3 2 】

図 2 (a) は円筒カバー 3 1 内に左端固定型 3 2 及びそれに隣接する 2 つの稼動割型 3 4 が装填された部分での側断面図、同図 (b) は同図 (a) に示す A - A ' 線矢視断面図

10

20

30

40

50

である。

【0033】

稼動割型34は、割型34aと割型34bとで構成されている。図2(a)に示すように、割型34a, 34bの両面は左右にそれぞれ隣接する別の割型の側面と共に所望のふくらみ形状を形成するようにおわん形をしている。また、図2(b)に示すように、割型34aと割型34bを組み合わせると真円形状をなし、稼動割型34は、その中心で上下に2分割したものとなっている。そして、割型34aと割型34bとが組み合わされて円柱状をなした稼動割型34の外周に拘束リング51が設けられている。

【0034】

図3は拘束リング51の斜視図である。拘束リング51は、稼動割型34と同一幅の円筒状をなしており、その内径は稼動割型34の外径とほぼ同一寸法に設定している。拘束リング51には上下の2箇所にキー穴53a, 53bが形成されている。

【0035】

割型34aの半円部の頂点を中心として長方形の溝となるキー穴52aが形成されており、もう一方の割型34bも半円部の頂点を中心として長方形の溝となるキー穴52bが形成されている。上記した通り拘束リング51にも中心を挟んで対向する位置に割型34a, 34bの形状と同形状のキー穴53a, 53bが形成されている。割型34aと割型34bとを組み合わせて稼動割型34を構成する場合、稼動割型34の外周を拘束リング51でしっかりと固定すると共に、割型34a, 34bのキー穴52a, 52bと拘束リング51のキー穴53a, 53bとを一致させ、当該キー穴に略同一形状をなすキー54a, 54bを挿入する。キー54a, 54bは割型34a, 34bに対してねじ止めされる。

【0036】

図4は、本実施の形態に係る液圧成形装置を上方からみた平面図であり、図5は液圧成形装置の正面図である。同図に示すように、円筒カバー31の左側端部のフランジ31aは複数の締結部材55等で固定ブロック11の側壁に固定されている。また、第1シリンダ36のフランジ36aが円筒カバー31の右側端部のフランジ31bに対して複数の締結部材56等で固定されると共に、さらに第1シリンダ36はヒンジ機構57にて円筒カバー31の右側端部のフランジ31bに対して回動自在に支持されている。図4に示す2点破線では、第1シリンダ36を90度回転させて退避させると共に円筒カバー31を右

【0037】

また、図4に示すように固定ブロック11にはウォーム20を回転駆動するアクチュエータ58が取り付けられている。アクチュエータ58として、例えば油圧モータを用いることができる。

【0038】

図6は図4に示すB-B線において一部破断して示す矢視断面図である。ウォーム20を構成するシャフト17aの両端部が、固定ブロック11において対向する両側壁に設けた軸受部11a, 11bにて回動自在に支持されている。シャフト17aの中央部の外周にはウォームギヤ17bが形成されており、当該ウォームギヤ17bに対してウォームホイール19の外周に形成したギヤが噛合している。シャフト17aの一端部はアクチュエータ58の回転軸に連結されていて、回転力がシャフト17aに伝達されるように構成されている。したがって、アクチュエータ58によってウォーム20を回転させることにより圧縮用ネジ14を左右方向へ移動させることができる。

【0039】

また、図5に示すように、基台10の上面であって円筒カバー31の下方に相当する領域にレール61が設けられている。レール61上を移動するスライダ62により円筒カバー31を支持している。内部に金型及びパイプ材のセットされた円筒カバー31を固定ブロック11に対して着脱する際にスライダ62により基台10上面を移動可能になっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図 7 は図 5 に示す C - C 線矢視断面図であり、円筒カバー 3 1 内の金型等は引き抜かれた状態を示している。レール 6 1 は左右一対が基台 1 0 上面に配設されており、左右のレール 6 1 のそれぞれにスライダ 6 2 が摺動自在に設置されている。円筒カバー 3 1 の下面に固定されている支持台 6 3 がスライダ 6 2 に締結部材にて取り付け固定されている。

【 0 0 4 1 】

次に以上のように構成された本実施の形態の動作について組立工程を含めて説明する。

本実施の形態によるふくらみ加工前のパイプ材 P は、円筒形状をしていてパイプ軸方向に所定間隔で周方向のくびれが形成されている。パイプ材 P におけるくびれ位置の位置精度は稼動割型 3 4 の位置決め精度に影響するので高精度であることが望ましい。

10

【 0 0 4 2 】

まず、パイプ材 P に対して各くびれ位置に一対の割型 3 4 a , 3 4 b の内径部を軽く当て両側から挟み込み、当該一対の割型 3 4 a , 3 4 b からなる稼動割型 3 4 の外周に拘束リング 5 1 を嵌める。そして、割型 3 4 a , 3 4 b のキー穴 5 2 a , 5 2 b と拘束リング 5 1 のキー穴 5 3 a , 5 3 b とを一致させ、当該キー穴にキー 5 4 a , 5 4 b をそれぞれ挿入し、キー 5 4 a , 5 4 b を割型 3 4 a , 3 4 b にねじ止めする。パイプ材 P の左端には左端固定型 3 2 が嵌められ、右端には右端稼動型 3 3 がはめ込まれる。さらにパイプ材 P の右端には押圧板 4 4 が取付けられ、押圧板 4 4 側から螺入したネジで右端稼動型 3 3 に固定する。このようにパイプ材 P の外周に稼動割型 3 4 を嵌め込んだ後、円筒カバー 3 1 内に装填する。なお、パイプ材 P の両端部にはパイプ材内部を密封するための蓋 6 4 a , 6 4 b が取り付けられる。蓋 6 4 a , 6 4 b は圧縮用ネジ 1 4 が挿入される穴が形成されており、圧縮用ネジ 1 4 との間でシールされる。

20

【 0 0 4 3 】

次に、図 4 に 2 点鎖線で示すように第 1 シリンダ 3 6 を開いた状態とし、スライダ 6 2 を引き出してその上に円筒カバー 3 1 側の支持台 6 3 を取り付け固定する。しかる後、スライダ 6 2 にて円筒カバー 3 1 を固定ブロック 1 1 側へ移動させる。このとき、固定ブロック 1 1 側から水平に延びている圧縮用ネジ 1 4 を蓋 6 4 a , 6 4 b を介してパイプ材 P の中通す。圧縮用ネジ 1 4 は図 1 に上半分が示されるように、最も右よりの位置まで移動している。円筒カバー 3 1 の左端外周のフランジ 3 1 a が固定ブロック 1 1 の側壁に当接したところで、圧縮用ネジ 1 4 の右端はパイプ材 P の右端に取り付けた押圧板 4 4 の貫通口から僅かに外部へ突出した状態となる。圧縮用ネジ 1 4 の外部に突出した部分に固定部材 4 5 が固定される。このとき、圧縮用ネジ 1 4 の各吐出口 1 5 a はそれぞれパイプ材 P のパイプ径部の中心位置、すなわちバルジ加工時に最も膨らむ赤道部付近に位置するものとする。

30

【 0 0 4 4 】

円筒カバー 3 1 のフランジ 3 1 a と固定ブロック 1 1 の側壁とが当接した状態で、パイプ材 P の左端では固定ブロック 1 1 の収納空間 1 2 側からねじ込まれた締結部材 3 5 にて左端固定型 3 2 が固定ブロック 1 1 側に固定される。一方、パイプ材 P の右端では押圧板 4 4 の外側からねじ込んだ締結部材にて右端稼動型 3 3 と押圧板 4 4 とが連結固定される。そして、締結部材 5 5 にて円筒カバー 3 1 のフランジ 3 1 a を固定ブロック 1 1 の側壁に締結する。また、第 1 シリンダ 3 6 を閉じて第 1 シリンダ 3 6 のフランジ 3 6 a を円筒カバー 3 1 側のフランジ 3 1 b に締結部材で固定する。

40

【 0 0 4 5 】

以上の作業により、円筒カバー 3 1 内に金型 (3 2 , 3 3 , 3 4) の装填が完了すると共にパイプ材 P のセッティングが完了する。

【 0 0 4 6 】

次に、パイプ材 P を圧縮用シリンダ機構 4 0 により右端稼動型 3 3 側から左端固定型 3 2 側へ押圧した状態で、増圧シリンダ機構 2 3 から圧縮用ネジ 1 4 を介してパイプ材 P の内部に内圧を加えてバルジ加工を実施する。

50

【 0 0 4 7 】

具体的には、圧縮用シリンダ機構 4 0 において第 2 シリンダ 3 7 が約 6 トンの力でパイプ材 P を圧縮方向に押圧し、さらに第 1 シリンダ 3 6 が約 3 4 トンの力でパイプ材 P を圧縮方向に押圧し、合計で約 4 0 トンの力でパイプ材 P の右端及び右端稼動型 3 3 が押圧される。

【 0 0 4 8 】

一方、増圧シリンダ機構 2 3 において元圧側シリンダ 2 4 では 201 cm^2 の元圧側ピストン部 2 6 に 40 kg/cm^2 の圧力が加えられると、増圧側シリンダ 2 5 では 38.5 cm^2 の増圧側ピストン部 2 7 で 200 kg/cm^2 の圧力に増幅されて圧縮用ネジ 1 4 の圧液導入路 1 5 に圧力媒体（例えば、水）が導入される。圧縮用ネジ 1 4 の各吐出口 1 5 a からは高圧力の水が吐出し、内圧でパイプ材 P のパイプ径部を变形させる。

10

【 0 0 4 9 】

パイプ径部は稼動割型 3 4 の曲面に沿って变形する。パイプ径部が半径方向へ膨らむ变形が開始されると、パイプ材 P の長さが短くなる方向に変化する。上記したように圧縮用シリンダ機構 4 0 にてパイプ材 P を左端部から約 4 0 トンの力で押し込んでいるので、当初離間していた隣接する稼動割型 3 4 はパイプ材 P の長さが短くなるのに応じて次第に接近する。そして、パイプ径部のふくらみが隣接する稼動割型 3 4 の境界部の割れ目に到達する前に、隣接する稼動割型 3 4 同士は圧縮用シリンダ機構 4 0 にて約 4 0 トンの力で強固に押し付けられて一体化した金型となる。隣接する稼動割型 3 4 同士が当接することにより左右一対の稼動割型 3 4 にて所望形状のふくらみ形状が 1 つ形成される。

20

【 0 0 5 0 】

また、アクチュエータ 5 8 によりパイプ材 P の長さが短くなるのに合わせて圧縮用ネジ 1 4 を中間円筒部 2 2 側へ移動させて可能な限り吐出口 1 5 a がパイプ径部（赤道形成部近傍）に位置するように制御している。すなわち、ウォーム 2 0 を所定方向に回転させることによりウォームホイール 1 9 を回転させ、ウォームホイール 1 9 と共に回転体 1 7 を回転させる。回転体 1 7 はネジ軸方向の移動が規制されているので、回転体 1 7 と螺合している圧縮用ネジ 1 4 が相対的に中間円筒部 2 2 側へ移動する。このようにして、バルジ加工中は常に吐出口 1 5 a が最適位置に来るように圧縮用ネジ 1 4 を中間円筒部 2 2 側へ移動させている。

【 0 0 5 1 】

上記したように、円筒カバー 3 1 に装填した各金型を一体化して、左右一対の稼動割型 3 4 にて所望形状のふくらみ形状が形成された状態で圧縮用ネジ 1 4 から内圧を所定時間、加え続けることにより、パイプ径部が内圧で变形して左右一対の稼動割型 3 4 にて形成されるふくらみ形状に成形されることとなる。

30

【 0 0 5 2 】

上記バルジ加工の工程において、各稼動割型 3 4 には高圧力が作用するが、拘束リング 5 1 にて固定されているので、バルジ加工時に割型 3 4 a , 3 4 b が位置ずれを起こすことを防止することができる。

【 0 0 5 3 】

また、稼動割型 3 4（及び左端固定型 3 2、右端稼動型 3 3）は円筒カバー 3 1 内に装填されることから、高圧力が作用する稼動割型 3 4 の安全対策が講じられたこととなり、安全性が向上されている。

40

【 0 0 5 4 】

このように本実施の形態によれば、くびれ加工されたパイプ材 P のくびれ位置に合わせて稼動割型 3 4 をセットして円筒カバー 3 1 内に装填し、パイプ材 P の内部に挿入した圧縮用ネジ 1 4 から内圧を加えて变形させると共に稼動割型 3 4 をパイプ軸方向に押込み、さらにパイプ材 P が变形により短くなるのに合わせて圧縮用ネジ 1 4 を引き戻すようにしたので、くびれ加工されたパイプ材 P のパイプ径部を稼動割型 3 4 により所望形状のふくらみに加工でき、一度のバルジ加工で複数のふくらみを成形できる。したがって、シームレス化された多連セル超伝導加速空洞を製作する場合に、パイプ周方向のくびれがパイプ

50

軸方向に連続して形成されたパイプ材を用いてパイプ軸方向に複数のふくらみを一度に作ることができ、ふくらみ加工時間を大幅に短縮することができる。

【0055】

また本実施の形態によれば、圧縮用ネジ14の圧液導入路15に高圧力を導入するため増圧シリンダ機構23を備えたので、油圧系の使用圧力は低圧であってもバルジ加工に必要な高圧力を得ることができ、油圧源となる油圧ユニットをコンパクト化することができる。

【0056】

また本実施の形態によれば、パイプ材Pのくびれ位置に合わせて稼動割型34をセットして円筒カバー31内に装填するので、簡便な安全対策を講じることができる。

10

【0057】

なお、本発明は上記した一実施の形態に限定されるものではない。例えば、バルジ加工時におけるパイプ材Pの縮みを計測して圧縮用ネジ14の各吐出口15aが常に最適な位置に来るようにアクチュエータ58にフィードバック制御をかけるように構成することもできる。また、圧縮用シリンダ機構40は必ずしも2段構成である必要は無く、稼動割型34を押圧するのに十分な圧力が得られるのであれば他の方式を採用することも可能である。

【0058】

また、以上の説明ではパイプ材Pが変形により短くなるのに合わせて圧縮用ネジ14を引き戻すようにしたが、圧縮用ネジ14を移動させなくてもふくらみを一度に複数成形することは可能である。

20

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明は、パイプ材をバルジ加工して複数のふくらみを形成する液圧成形装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の一実施の形態に係る液圧成形装置の断面構造を示す正面図

【図2】(a)は円筒カバー内に左端固定型及び稼動割型が装填された部分での断面図、(b)は図2(a)に示すA-A'線矢視断面図

30

【図3】拘束リングの斜視図

【図4】上記実施の形態に係る液圧成形装置の上面図

【図5】上記実施の形態に係る液圧成形装置の正面図

【図6】図4に示すB-B線において一部破断して示す矢視断面図

【図7】図5に示すC-C線矢視断面図

【図8】多連セルからなる超伝導加速空洞の正面図

【符号の説明】

【0061】

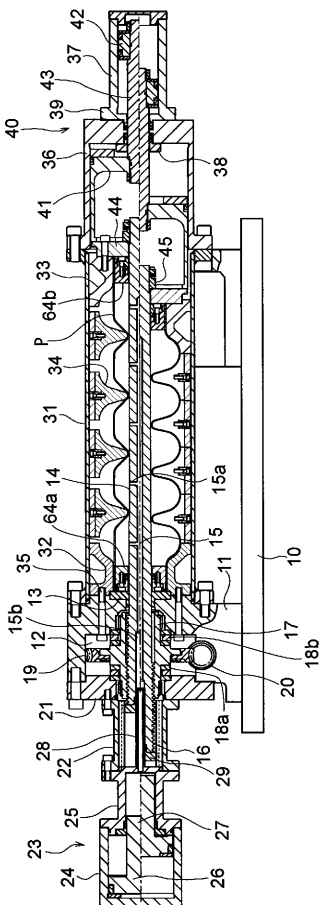
10...基台、11...固定ブロック、12...収納空間、13...ブッシュ、14...圧縮用ネジ、15...圧液導入路、16...ネジ溝、17...回転体、18a, 18b...軸受け、19...ウォームホイール、20...ウォーム、21...サイド蓋、22...中間円筒部、23...増圧シリンダ機構、24...元圧側シリンダ、25...増圧側シリンダ、26...元圧側ピストン部、27...増圧側ピストン部、28...案内管、29...ブッシュ、31...円筒カバー、31a...左側端部のフランジ、31b...右側端部のフランジ、32...左端固定型、33...右端稼動型、34...稼動割型、34a, 34b...割型、35...ネジ、36...第1シリンダ、37...第2シリンダ、38...ブッシュ、39...側壁凸部、40...圧縮用シリンダ機構、41...第1ピストン、42...第2ピストン、43...ピストン軸、44...押圧板、45...固定部材、51...拘束リング、52a, 52b...キー穴(金型側)、53a, 53b...キー穴(拘束リング側)、54a, 54b...キー、55...締結部材(固定ブロック側)、56...締結部材(回転フランジ側)、57...ヒンジ機構、58...アクチュエータ、61...レール、62

40

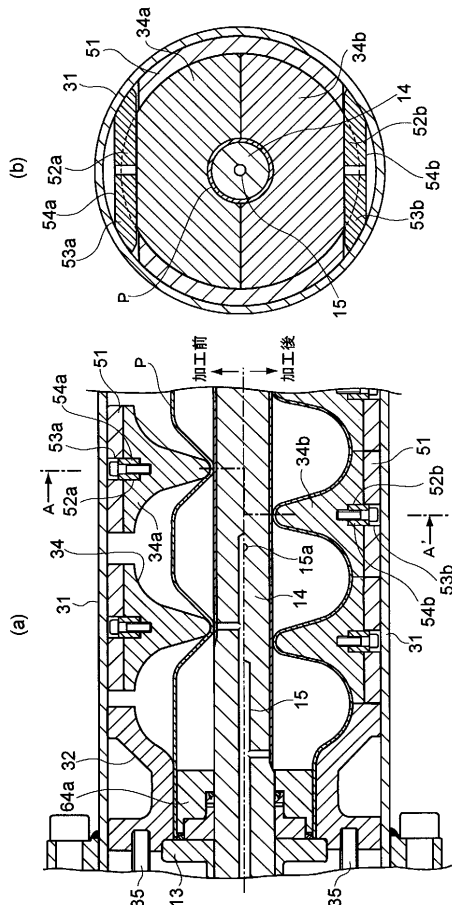
50

...スライダー、6 3 ...支持台

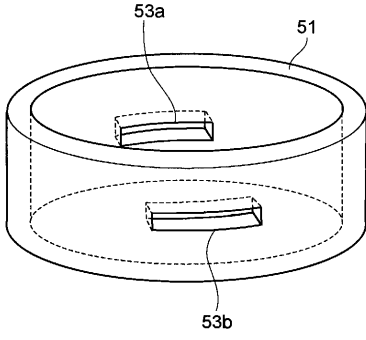
【図 1】



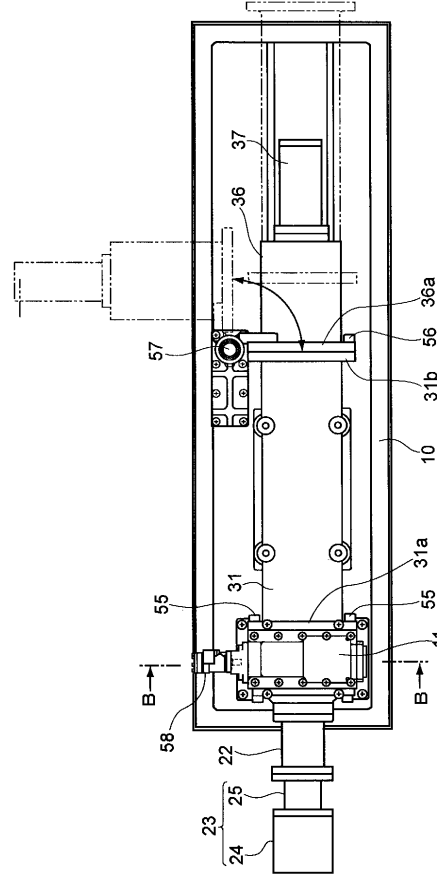
【図 2】



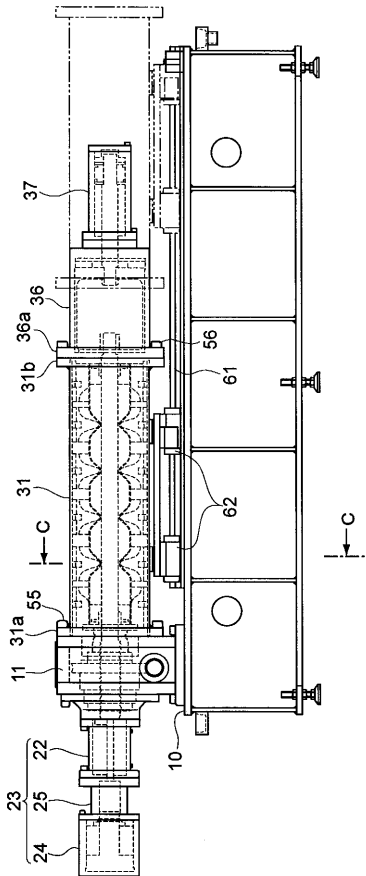
【 図 3 】



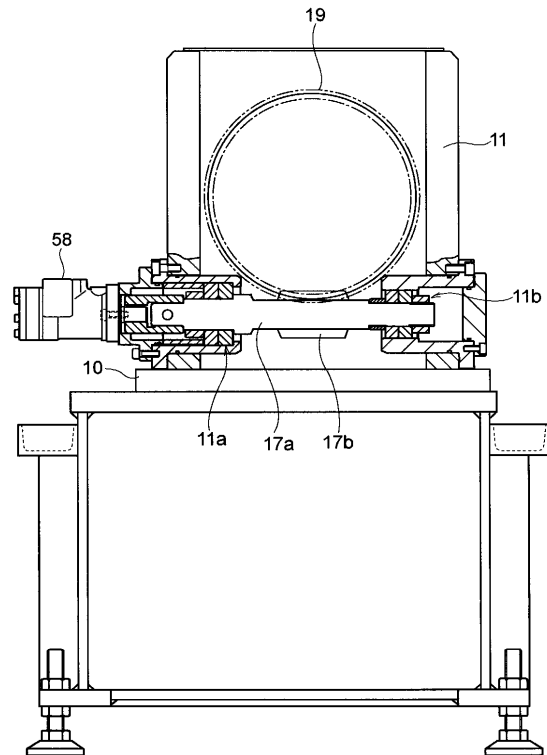
【 図 4 】



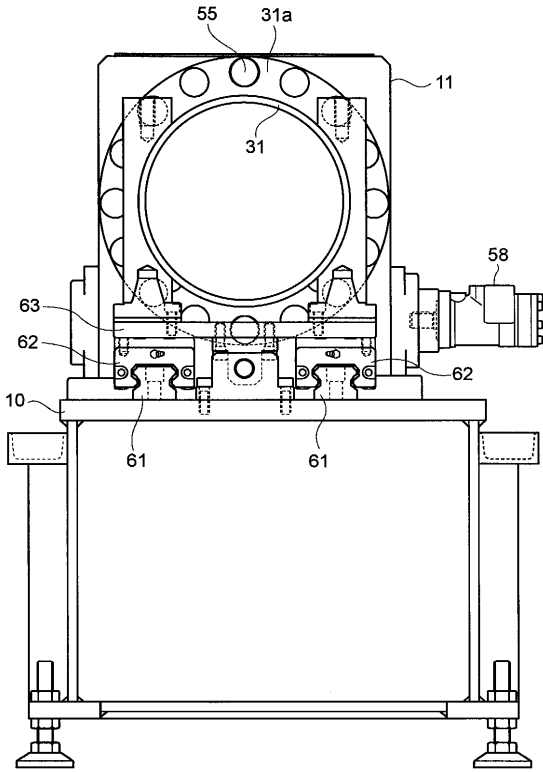
【 図 5 】



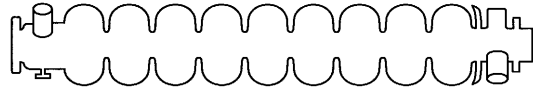
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(74)代理人 100132067

弁理士 岡田 喜雅

(72)発明者 上野 健治

茨城県つくば市並木三丁目7番地の1 6 1 1 棟

(72)発明者 斎藤 健治

茨城県つくば市梅園二丁目27 - 14

(72)発明者 清水 正美

京都府京都市伏見区淀際目町326 - 1

(72)発明者 山内 通

京都府京都市北区衣笠東開キ町4 - 10

(72)発明者 藤吉 裕一

京都府相楽郡精華町光台五丁目22 - 4

(72)発明者 井上 均

茨城県つくば市竹園三丁目112 - 304

Fターム(参考) 2G085 AA04 BA05 BE03 BE04 BE06 EA01 EA02 EA04