

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7543099号
(P7543099)

(45)発行日 令和6年9月2日(2024.9.2)

(24)登録日 令和6年8月23日(2024.8.23)

(51)国際特許分類 F I
B 2 1 D 26/041 (2011.01) B 2 1 D 26/041

請求項の数 7 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-191238(P2020-191238)	(73)特許権者	000126894 株式会社アミノ 静岡県富士宮市三園平5 5 5 番地
(22)出願日	令和2年11月17日(2020.11.17)	(73)特許権者	000000011 株式会社アイシン 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(65)公開番号	特開2022-80204(P2022-80204A)	(74)代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(43)公開日	令和4年5月27日(2022.5.27)	(74)代理人	100081385 弁理士 塩川 修治
審査請求日	令和5年7月18日(2023.7.18)	(72)発明者	寺内 祐二 静岡県富士宮市三園平5 5 5 番地 株式 会社アミノ内
		(72)発明者	河島 孝明 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハイドロフォーミングシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

スライドモーションをサーボ制御可能なプレス機械と、該プレス機械に組み付けられた金型と、該金型に固定された管材の内部に充填された成形液を増圧することにより前記管材を塑性変形させる増圧装置と、前記管材から前記成形液を排出する流路を開閉可能なバルブと、を備え、

前記バルブが、前記金型内に配置され、前記プレス機械の動きを前記バルブが前記流路を閉弁する動きに変換可能な伝達機構に接続されていることを特徴とする、
ハイドロフォーミングシステム。

【請求項2】

前記プレス機械は、ボルスタと、該ボルスタとの距離を前記スライドモーションにより変更可能なスライドと、第1緩衝材及び第2緩衝材の少なくとも一方と、を備え、

前記第1緩衝材は、前記ボルスタと前記金型との間に配置され、前記スライドの移動に応じて第1の厚みから該第1の厚みよりも薄い第2の厚みに圧縮可能であり、前記第2緩衝材は、前記スライドと前記金型との間に配置され、第3の厚みから該第3の厚みよりも薄い第4の厚みに圧縮可能であり、

前記伝達機構は、前記第1緩衝材が前記第2の厚みに圧縮されるまで前記金型を閉じる動き、前記第2緩衝材が前記第4の厚みに圧縮されるまで前記金型を閉じる動きの少なくとも一方を前記バルブが前記流路を閉弁する動きに変換する、

請求項1に記載のハイドロフォーミングシステム。

【請求項 3】

前記スライドモーションは、一工程中に複数回の停止を含む多段モーションである、
請求項 1 又は 2 に記載のハイドロフォーミングシステム。

【請求項 4】

前記増圧装置が、前記プレス機械内に配置され、前記金型に直に固定されて該金型内に形成された前記流路に接続されている、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のハイドロフォーミングシステム。

【請求項 5】

前記増圧装置は、空気圧で駆動されて前記成形液を増圧するエアハイドロブースタであり、前記プレス機械内に配置されている、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のハイドロフォーミングシステム。

10

【請求項 6】

前記エアハイドロブースタは複数であり、前記管材を塑性変形させる所定の液圧まで昇圧できる主ブースタと、前記所定の液圧よりも低圧の圧力域において前記主ブースタよりも高速で昇圧できる補助ブースタと、を含んでいる、

請求項 5 に記載のハイドロフォーミングシステム。

【請求項 7】

前記管材は、モータを構成するロータシャフトであり、ロータコアに挿通された状態で前記金型に固定され、前記塑性変形によって前記ロータコアと締結される、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のハイドロフォーミングシステム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ハイドロフォーミングシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

管材の内部に成形液を充填し、液圧で管材を塑性変形させるハイドロフォーミングシステムが知られている。例えば、特許文献 1 には、上下金型により形成されたキャビティ内に素材を挿入し、素材内部に内圧供給機構から高压圧液を供給して素材をキャビティの形状に沿って加工するバルジ加工装置が開示されている。特許文献 2 には、同様の装置において、上型と下型とを密着状態に保持する型締め力を増減変動可能に形成したハイドロフォーミング装置が開示されている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開 2000 - 84624 号公報

【文献】特開 2002 - 172433 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

従来機では加工が困難な形状に対応できるようにするため、液圧を超高圧にすることが考えられる。しかしながら、液圧を超高圧にすると成形液の流路が複雑になって装置が大型化する傾向にある。そこで、本発明は、成形液の流路をコンパクトに構成できるハイドロフォーミングシステムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明の一態様に係るハイドロフォーミングシステムは、スライドモーションをサーボ制御可能なプレス機械と、該プレス機械に組み付けられた金型と、該金型に固定された管材の内部に充填された成形液を増圧することにより管材を塑性変形させる増圧装置と、管材から成形液を排出する流路を開閉可能なバルブと、を備え、バルブが、金型内に配置さ

50

れていることを特徴とする。

【0006】

この態様によれば、バルブを金型内に配置することにより流路を短縮できる。流路をコンパクトにまとめることができるため、例えば、流量は少ないが小型で昇圧能力が高いエアハイドロブースタを選択できる。例えば、高圧がかかる部品をプレス機械内に集中して配置し、それらの部品をカバーで囲んで防爆構造の装置を構成できる。

【0007】

上記態様において、スライドモーションは、一工程中に複数回の停止を含む多段モーションであってもよい。

【0008】

この態様によれば、管材を管材成形品に加工する一工程中に複数回スライドを停止するため、例えば、スライドを停止させている間に管材の内部に成形液を充填して確実にエア抜きすることができる。

【0009】

上記態様において、増圧装置は、空気圧で駆動されて成形液を増圧するエアハイドロブースタであり、プレス機械内に配置されていてもよい。

【0010】

この態様によれば、流量は少ないが小型で昇圧能力が高いエアハイドロブースタを採用してハイドロフォーミングシステムの装置を小型化できる。また、ブースタの駆動源としてエアを使うと、電気式と違って火花が出ないため、装置を防爆構造に構成しやすい。成形液に水だけでなく可燃性の油を選択できるようになる。

【0011】

上記態様において、エアハイドロブースタは複数であり、管材を塑性変形させる所定の液圧まで昇圧できる主ブースタと、所定の液圧よりも低圧の圧力域において主ブースタよりも高速で昇圧できる補助ブースタと、を含んでいてもよい。

【0012】

この態様によれば、圧力が低い場合は、対応圧力は低いが流量が多いブースタを使用し、圧力が上昇してからは、流量は少ないが高圧まで昇圧できるブースタに切り替えて、昇圧時間を短縮できる。

【0013】

上記態様において、バルブは、プレス機械の動きをバルブが流路を閉弁する動きに変換可能な伝達機構に接続されていてもよい。

【0014】

この態様によれば、バルブの開閉するモータなどの駆動源を金型内に追加する必要がない。バルブの配置を変更するために必要な部品点数が少ないため、金型を過度に大型化しなくてもバルブを金型内に配置できる。

【0015】

上記態様において、プレス機械は、ボルスタと、該ボルスタとの距離をサーボ制御されたモーションで変更可能なスライドと、第1緩衝材及び第2緩衝材の少なくとも一方と、を備え、第1緩衝材は、ボルスタと金型との間に配置され、スライドの移動に応じて第1の厚みから該第1の厚みよりも薄い第2の厚みに圧縮可能であり、第2緩衝材は、スライドと金型との間に配置され、第3の厚みから該第3の厚みよりも薄い第4の厚みに圧縮可能であり、伝達機構は、第1緩衝材が第2の厚みに圧縮されるまで金型を閉じる動き、第2緩衝材が第4の厚みに圧縮されるまで金型を閉じる動きの少なくとも一方をバルブが流路を閉弁する動きに変換してもよい。

【0016】

この態様によれば、ウレタンスプリングやガスシリンダなどの緩衝材で支えることにより、完全に型締めしていない位置で管材を仮固定できる。例えば、管材を緩衝材で支える位置では、バルブがまだ開弁しているため管材の内部から空気を追い出すことができる。緩衝材をさらに圧縮してバルブが閉弁する位置では、管材の内部を閉止して成形液の液圧

10

20

30

40

50

を昇圧することができる。多段モーションを可能なプレス機械のスライドの位置によってバルブの開閉タイミングを調整できる。

【0017】

上記態様において、管材は、モータを構成するロータシャフトであり、ロータコアに挿通された状態で金型に固定され、塑性変形によってロータコアと締結されてもよい。

【0018】

この態様によれば、モータのロータを好適に製造できる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、成形液の流路をコンパクトに構成できるハイドロフォーミングシステムを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本発明の一実施形態のハイドロフォーミングシステムの構成を模式的に示す図である。

【図2】図2は、図1に示されたプレス機械及び金型の一例を示す断面図である。

【図3】図3は、図2に示されたバルブの一例を拡大して示す断面図である。

【図4】図4は、成形サイクルにおけるスライドの位置と当該位置に応じたバルブの開閉とを説明する図である。

【図5】図5は、図4に示された第2の位置のスライドを示す断面図である。

20

【図6】図6は、図4に示された第3の位置のスライドを示す断面図である。

【図7】図7は、ハイドロフォーミングシステムを用いたロータの製造方法の一例を説明する流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、各図において、同一の符号を付したものは、同一又は同様の構成を有する。本発明の一実施形態のハイドロフォーミングシステム1は、管材Pから成形液を排出する流路200を開閉可能なバルブ9が、金型3内に配置されていることが特徴の一つである。以下、図面を参照して本発明について詳しく説明する。

30

【0022】

図1は、本発明の一実施形態のハイドロフォーミングシステム1の構成を模式的に示す図である。ハイドロフォーミングシステム1は、管材Pの内部に成形液を充填して該成形液の液圧により管材Pを塑性変形させて管材Pの成形品を製造する製造装置である。

【0023】

図1に示すように、ハイドロフォーミングシステム1は、サーボ制御により一工程中にスライドモーションを加減速できるプレス機械2と、該プレス機械2に組み付けられた金型3と、該金型3に固定された管材Pの内部に成形液を充填して該成形液の液圧を昇圧可能な増圧装置4と、管材Pから成形液を排出する流路100を開閉可能なバルブ9と、を備えている。

40

【0024】

一工程中にスライドモーションを加減速するフリーモーションは、例えば、一工程中に複数回スライド26を停止する多段モーションである。そのようなスライドモーションを可能なプレス機械2の一例は、サーボモータの動力をクランクなどの回転式機構やボールねじなどの直動式機構によってスライド26に伝達する機械サーボプレスである。なお、プレス機械2は、機械サーボプレスのみ限定されず、多段モーションなどのフリーモーションを可能であれば、サーボシステムによって制御された液圧で駆動する液圧サーボプレスであってもよいし、他種のプレス機械であってもよい。

【0025】

プレス機械2は、ボルスタ21と、該ボルスタ21との距離を多段モーションなどのフ

50

リーモーションで変更可能なスライド 2 6 と、ウレタンスプリングやガスシリンダなどの緩衝材 2 3 , 2 4 と、を備えている。下側の緩衝材 2 3 は、ボルスタ 2 1 に固定されている。上側の緩衝材 2 4 は、スライド 2 6 に固定されている。緩衝材 2 3 , 2 4 のいずれか一方を省略してもよいし、後述するコモンプレート 2 2 , 2 5 を更に備えていてもよい。図示した例では、スライド 2 6 が上下に往復可能に構成されている。スライド 2 6 を左右に往復可能に構成してもよい。

【 0 0 2 6 】

金型 3 は、固定側のプレートと、該固定側のプレートに対向する可動側のプレートと、で構成されている。図示した例では、金型 3 が、上下一対の下型 3 1 及び上型 3 2 で構成されている。下型 3 1 は、緩衝材 2 3 を介してボルスタ 2 1 に固定されている。上型 3 2 は、緩衝材 2 4 を介してスライド 2 6 に固定されている。以下の説明において、下側の緩衝材 2 3 を第 1 緩衝材 2 3 と呼び、上側の緩衝材 2 4 を第 2 緩衝材 2 4 と呼ぶことがある。

10

【 0 0 2 7 】

下型 3 1 と上型 3 2 との間に管材 P を固定できる。金型 3 内には、固定された管材 P に成形液を充填する流路 1 0 0 や、管材 P から成形液を排出する流路 2 0 0 などが形成されている。成形液は、水であってもよいし、油であってもよい。流路 1 0 0 , 2 0 0 は、配管 1 1 0 , 2 1 0 などを通じて成形液を貯留可能なタンク 5 に接続されている。タンク 5 は、プレス機械 2 の外部に配置してもよい。

【 0 0 2 8 】

増圧装置 4 は、流路 1 0 0 とタンク 5 との間に接続されている。増圧装置 4 は、例えば、空気圧で駆動されて該空気圧を増幅した液圧に変換するエアハイドロブースタであり、プレス機械 2 内に配置されている。図示した例では、増圧装置 4 が、下型 3 1 に固定された第 1 増圧装置 4 1 と、上型 3 2 に固定された第 2 増圧装置 4 2 と、を含んでいる。

20

【 0 0 2 9 】

第 1 及び第 2 増圧装置 4 1 , 4 2 のいずれか一方を省略してもよい。第 1 及び第 2 増圧装置 4 1 , 4 2 は、同じ種類のブースタであってもよいし、異なる種類のブースタであってもよい。異なる種類のブースタを組み合わせる場合、第 1 及び第 2 増圧装置 4 1 , 4 2 のいずれか一方を主ブースタとして構成し、いずれか他方を補助ブースタとして構成してもよい。

【 0 0 3 0 】

管材 P を塑性変形させる所定の液圧まで昇圧する主ブースタ（例えば、第 1 増圧装置 4 1 ）と、所定の液圧よりも低圧の圧力域において主ブースタよりも高速で昇圧する補助ブースタ（例えば、第 2 増圧装置 4 2 ）とを切り替えることにより昇圧時間を短縮できる。

30

【 0 0 3 1 】

バルブ（リリーフバルブ）9 は、流路 2 0 0 とタンク 5 との間に設けられている。バルブ 9 は、金型 3 内に配置され、プレス機械 2 の多段モーションをバルブ 9 が流路 1 0 0 を閉弁する動きに変換可能な伝達機構 8 に接続されている。図示した例では、下型 3 1 及び上型 3 2 の各々にバルブ 9 及び当該バルブに付設された伝達機構 8 が配置されている。

【 0 0 3 2 】

以下の説明において、下型 3 1 内に配置されたバルブ 9 及び当該バルブに付設された伝達機構 8 の各々を第 1 バルブ 9 1 及び第 1 伝達機構 8 1 と呼び、上型 3 2 内に配置されたバルブ 9 及び当該バルブに付設された伝達機構 8 の各々を第 2 バルブ 9 2 及び第 2 伝達機構 8 2 と呼ぶことがある。

40

【 0 0 3 3 】

図 2 は、図 1 に示されたプレス機械 2 及び金型 3 の一例を示す断面図である。図示した例では、プレス機械 2 が、上下のコモンプレート 2 2 , 2 5 を更に備えている。下側のコモンプレート 2 2 は、ボルスタ 2 1 に着脱可能に構成されている。前述した下側の緩衝材 2 3 や下型 3 1 は、コモンプレート 2 2 を介してボルスタ 2 1 に固定されている。上側のコモンプレート 2 5 は、スライド 2 6 に着脱可能に構成されている。前述した上側の緩衝材 2 4 や上型 3 2 は、コモンプレート 2 5 を介してスライド 2 6 に固定されている。

50

【 0 0 3 4 】

前述したように、増圧装置 4 は、プレス機械 2 内に配置されている。図示した例では、第 1 及び第 2 増圧装置 4 1 , 4 2 が、上下のコンプレート 2 2 , 2 5 の間に配置されている。プレス装置 2 は、万が一、高圧がかかる部品や管材 P が壊れても破片が飛散しないように作業者を保護するカバー 2 7 を備えていてもよい。図示した例では、第 1 及び第 2 バルブ 9 1 , 9 2 に対向する位置においてカバー 2 7 が配置されている。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、図 2 に示されたバルブ 9 及び当該バルブに付設された伝達機構 8 の一例を拡大して示す断面図である。なお、第 1 及び第 2 バルブ 9 1 , 9 2 は、略同一の形状及び機能を有している。そのため、代表して第 2 バルブ 9 2 を詳しく説明し、第 1 バルブ 9 1 につ

10

【 0 0 3 6 】

図示した例では、バルブ 9 (第 2 バルブ 9 2) がニードルバルブとして構成され、細長い円錐形の弁体 9 3 と、該弁体 9 3 が当接する弁座面 9 4 が形成された隔壁ブロック 9 4 と、を備えている。バルブ 9 の構成は、図示した例に限定されず、公知の構成を適宜選択できる。弁体 9 3 の先端部が弁座面に当接すると、流路 2 0 0 が閉弁される。弁体 9 3 の先端部が弁座面から離間すると、流路 2 0 0 が開弁される。

【 0 0 3 7 】

バルブ 9 がニードルバルブであれば、弁体 9 3 と弁座面との隙間に応じて成形液の流量を滑らかに調整できる。後述するプレス機械 2 の多段モーションによってニードルバルブを徐々に開弁すれば、金型 3 内におけるウォーターハンマー現象やキャビテーション、衝撃波の発生を抑えることができ、ハイドロフォーミングシステム 1 や管材 P のダメージを最小限に抑えることができる。

20

【 0 0 3 8 】

図示した例では、伝達機構 8 (第 2 伝達機構 8 2) が、くさび機構として構成されている。伝達機構 8 は、少なくとも一部がくさび状に形成され、スライドモーションに対して傾斜したくさび面 8 3 A を有する駆動部材 8 3 と、該駆動部材 8 3 のくさび面 8 3 A に摺接するくさび面 8 4 B を有し、該くさび面 8 4 B を押圧されて移動する被動部材 8 4 と、

30

【 0 0 3 9 】

なお、伝達機構 8 の構成は、図示した例に限定されず、カム機構であってもよいし、てこ機構であってもよいし、リンク機構であってもよい。プレス機械 2 が金型 3 を型締めする動きを金型 3 内のバルブ 9 を閉弁する動作に変換できるものであれば、公知の構成を適宜選択できる。

【 0 0 4 0 】

駆動部材 8 3 は、プレス機械 2 による金型 3 の型締めに応じて、被動部材 8 4 を押圧する向きに移動する。例えば、スライド 2 6 側に配置された伝達機構 8 の場合、駆動部材 8 3 がスライド 2 6 からボルスタ 2 1 への向きに下降する。ボルスタ 2 1 側に配置された伝達機構 8 の場合、駆動部材 8 3 がボルスタ 2 1 からスライド 2 6 への向きに上昇する。換言すると、下型 3 1 及び上型 3 2 のいずれか一方に配置された駆動部材 8 は、下型 3 1 及び上型 3 2 の一方から他方へ向かって移動する。

40

【 0 0 4 1 】

駆動部材 8 3 は、バルブ 9 が流路 2 0 0 を閉弁する左右の向きに幅が変化するくさび状に形成されている。そのため、駆動部材 8 3 が型締めの向き (例えば、下向き) へ移動すると、バルブ 9 が流路 2 0 0 を閉弁する向き (例えば、左向き) へ被動部材 8 4 が押圧される。

【 0 0 4 2 】

50

ばねなどの付勢部材を付設してバルブ 9 が開弁する向きに弁体 9 3 を付勢してもよい。この態様によれば、駆動部材 8 3 が被動部材 8 4 を押圧するとき、付勢力に抗して被動部材 8 4 が移動してバルブ 9 が閉弁する。駆動部材 8 3 が被動部材 8 4 を押圧していないとき、付勢力によって被動部材 8 4 が移動してバルブ 9 が開弁する。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、ハイドロフォーミングシステム 1 を用いる成形サイクルにおいて、スライド 2 6 の位置と当該位置に応じたバルブ 9 の開閉とを説明する図である。本実施形態に係るプレス機械 2 は、図 4 に示すように、多段モーションを可能であり、第 2 の位置 B で中間停止したり、他の位置で中間停止したり、自在に加速、減速、停止することができる。図示した例では、第 1 の位置 A から第 2 の位置 B に型締めするとき、第 2 の位置 B の手前で減速し、スライド 2 6 の急停止を避けてショックを抑えている。

10

【 0 0 4 4 】

第 2 の位置 B においてスライド 2 6 を中間停止させることにより、後述するように緩衝材 2 3 , 2 4 のいずれか一方を圧縮して第 1 及び第 2 バルブ 9 1 , 9 2 のいずれか一方を閉弁し、いずれか他方を開弁したまま保持し、管材 P の内部に成形液を充填してエア抜きしている。第 2 の位置 B から第 3 の位置 C に型締めし、下死点である第 3 の位置 C で再びスライド 2 6 を停止して加圧保持して管材 P を塑性変形させている。

【 0 0 4 5 】

第 3 の位置 C から第 4 の位置 B に微速でスライド 2 6 を上昇させることにより、徐々にバルブ 9 を開弁して金型 3 内におけるウォーターハンマー現象やキャビテーション、衝撃波の発生を抑えている。第 2 の位置 B で再び一時停止し、管材成形品の内部の成形液を排出する。再び第 1 の位置 A まで型開きし、管材成形品を取り出して次の工程に備えている。

20

【 0 0 4 6 】

図 1 及び図 2 に示された緩衝材 2 3 , 2 4 は、スライド 2 6 の移動に応じて圧縮可能に構成されている。ボルスタ 2 1 と下型 3 1 との間に配置された下側の緩衝材 2 3 は、スライド 2 6 の移動に応じて第 1 の厚み t_1 から該第 1 の厚み t_1 よりも薄い第 2 の厚み t_2 に圧縮可能である。スライド 2 6 と上型 3 2 との間に配置された緩衝材 2 4 は、第 3 の厚み t_3 から該第 3 の厚み t_3 よりも薄い第 4 の厚み t_4 に圧縮可能である。

【 0 0 4 7 】

図 5 及び図 6 は、下側の緩衝材 2 3 が上側の緩衝材 2 4 よりも弾性力が小さい場合のスライド 2 6 の位置と緩衝材 2 3 , 2 4 の厚みとを示している。さきほど説明した図 2 は、図 4 に示された第 1 の位置 A のスライド 2 6 を示す断面図である。図 5 は、図 4 に示された第 2 の位置 B のスライド 2 6 を示す断面図であり、図 6 は、図 4 に示された第 3 の位置 C のスライド 2 6 を示す断面図である。

30

【 0 0 4 8 】

スライド 2 6 が第 1 の位置 A に位置しているとき、図 2 が参照されるように、下側の緩衝材 2 3 の厚みは t_1 であり、上側の緩衝材 2 4 の厚みは t_3 である。スライド 2 6 が移動すると、下側の緩衝材 2 3 は、弾性力が大きい上側の緩衝材 2 4 よりも先に圧縮される。スライド 2 6 が第 2 の位置 B に位置しているとき、図 5 が参照されるように、下側の緩衝材 2 3 は第 2 の厚み t_2 に圧縮されている。

40

【 0 0 4 9 】

スライド 2 6 が位置 B から位置 C に移動すると、下側の緩衝材 2 3 に加えて、上側の緩衝材 2 4 も圧縮される。スライド 2 6 が第 3 の位置 C に位置しているとき、図 6 が参照されるように、上側の緩衝材 2 4 は第 4 の厚み t_4 に圧縮されている。

【 0 0 5 0 】

図 2 に示された第 2 伝達機構 8 2 は、第 2 緩衝材 2 4 が第 3 の厚み t_3 から第 4 の厚み t_4 に圧縮されるまで金型 3 を閉じる動きを第 2 バルブ 9 2 が流路 2 0 0 を閉弁する動きに変換する。同様に、第 1 伝達機構 8 1 は、第 1 緩衝材 2 3 が第 1 の厚み t_1 から第 2 の厚み t_2 に圧縮されるまで金型 3 を閉じる動きを第 1 バルブ 9 1 が流路 2 0 0 を閉弁する動きに変換する。

50

【 0 0 5 1 】

図 7 は、ハイドロフォーミングシステム 1 を用いたロータの製造方法の一例を説明する流れ図である。図 7 に示すように、ハイドロフォーミングシステム 1 を用いた管材成形品の製造方法は、ステップ S 1 , S 3 , S 4 , S 6 , S 7 をすべて含み、かつステップ S 2 , S 5 の少なくとも一方を含んでいることが特徴の一つである。後述するように、多軸サーボプレスを用いてステップ S 2 , S 5 のいずれか一方を省略することもできる。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 では、管材 P の一例であるロータシャフトをロータコア R の貫通孔に挿通された状態で金型 3 にセットする。ステップ S 2 では、第 1 緩衝材 2 3 が第 1 の厚み t_1 から第 2 の厚み t_2 に圧縮されるまで金型 3 を閉じる動きを第 1 伝達機構 8 1 により第 1 バルブ 9 1 を閉弁する動きに変換する。ステップ S 3 では、第 1 バルブ 9 1 を閉弁する。

10

【 0 0 5 3 】

ステップ S 4 では、第 1 及び第 2 バルブ 9 1 , 9 2 のいずれか一方（例えば、第 1 バルブ 9 1 ）が閉弁し、いずれか他方（例えば、第 2 バルブ 9 2 ）が開弁した状態において、管材 P に成形液を充填して管材 P から空気を排出する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 5 では、第 2 緩衝材 2 4 が第 3 の厚み t_3 から第 4 の厚み t_4 に圧縮されるまで金型 3 を閉じる動きを第 2 伝達機構 8 2 により第 2 バルブ 9 2 を閉弁する動きに変換する。ステップ S 6 では、第 2 バルブ 9 2 を閉弁する。なお、各々のステップの順番は、ステップ S 3 が、ステップ S 6 よりも先であってもよいし、ステップ S 6 よりも後であってもよい。

20

【 0 0 5 5 】

ステップ S 7 では、第 1 及び第 2 バルブ 9 1 , 9 2 の双方が開弁した状態において、管材 P に充填された成形液を加圧して該成形液の液圧により管材 P の一例であるロータシャフトを塑性変形させる。膨張したロータシャフト（管材 P ）が電磁鋼板などを積層したロータコア R に食い込んで両者が締結され、管材成形品の一例であるモータのロータが製造される。

【 0 0 5 6 】

以上のように構成された本実施形態のハイドロフォーミングシステム 1 によれば、バルブ 9 を金型 3 内に配置することにより流路 2 0 0 を短縮できる。増圧装置 4 として、例えば、流量は少ないが小型で昇圧能力が高いエアハイドロブースタを採用してハイドロフォーミングシステム 1 の装置を小型化できる。その場合、電気式の増圧装置と違って火花が出ないため、成形液に水だけでなく可燃性の油を選択できるようになる。

30

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、バルブ 9 が、プレス機械 2 の動きを伝達する伝達機構 8 に接続されているため、モータなどの駆動源を金型 3 内に追加する必要がない。バルブ 9 の配置を変更するために必要な部品点数が少ないため、金型 3 を過度に大型化しなくてもバルブ 9 を金型 3 内に配置できる。

【 0 0 5 8 】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。

40

【 0 0 5 9 】

例えば、スライド 2 6 を動かすマスタ軸に加えて該マスタ軸から独立して制御できるスレーブ軸を有した多軸のサーボプレスをプレス機械 2 として用い、第 1 及び第 2 伝達機構 8 1 , 8 2 のいずれか一方を省略し、省略された伝達機構 8 に対応するバルブ 9 をスレーブ軸で開閉するように構成してもよい。

【 0 0 6 0 】

50

この態様によれば、何らかのトラブルでプレス機械 2 が緊急停止してしまったとき、スライド 26 を動かすマスタ軸を動かさなくても、スレーブ軸を操作してバルブ 9 を開弁できるようになる。管材 P の内部や流路 100, 200 が超高圧の状態でもプレス機械 2 が停止してもバルブ 9 を開弁して安全に降圧させることができる。

【0061】

また、本発明で成形できる管材 P は円筒形に限定されない。管材 P の形状は、例えば、軸方向に垂直な断面が多角形の角筒状であってもよいし、円弧と弦とで構成された弓形の筒状であってもよいし、断面積が軸方向において徐々に変化する円錐台や角錐台であってもよいし、他の形状であってもよい。また、本発明の金型構造を適用できる管材成形品はロータに限定されない。例えば、卵型のカムに中空のシャフトを挿通する組み立てカムシャフトや拡径部と縮径部とを有した多段の中空シャフトを製造する場合のハイドロフォーミングにおいて、本発明の金型 3 の構造を適用してもよい。また、本発明を構成する増圧装置 4 はエアハイドロブースタに限定されない。例えば、電動機付きポンプであってもよいし、他種のポンプであってもよい。これらの態様であっても、先に説明した実施形態と同様に、ハイドロフォーミングシステム 1 において成形液の流路 200 をコンパクトに構成できる。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明によれば、成形液の流路をコンパクトに構成できるハイドロフォーミングシステムを提供することができる。

【符号の説明】

【0063】

1 ... ハイドロフォーミングシステム、2 ... プレス機械、3 ... 金型、4 ... 増圧装置、5 ... タンク、8 ... 伝達機構、9 ... バルブ、21 ... ボルスタ、22, 25 ... コモンプレート、23, 24 ... 緩衝材、26 ... スライド、カバー 27、31 ... 下型、32 ... 上型、41 ... 第 1 増圧装置、42 ... 第 2 増圧装置、81 ... 第 1 伝達機構、82 ... 第 2 伝達機構、83 ... 駆動部材、84 ... 被動部材、91 ... 第 1 バルブ、92 ... 第 2 バルブ、100, 200 ... 流路、110, 210 ... 配管、A, B, C ... スライドの位置、P ... 管材、R ... ロータコア、S1 ~ S7 ... 管材成形品の製造方法、t1, t2, t3, t4 ... 緩衝材の厚み。

10

20

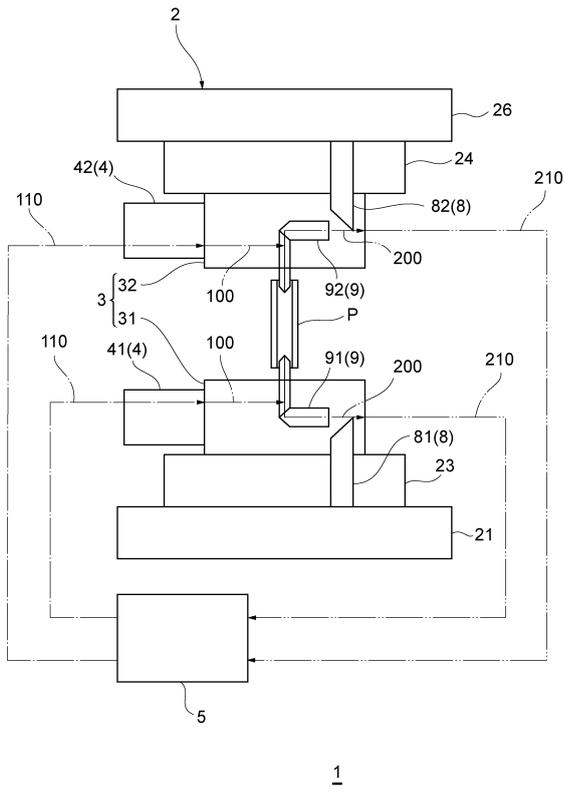
30

40

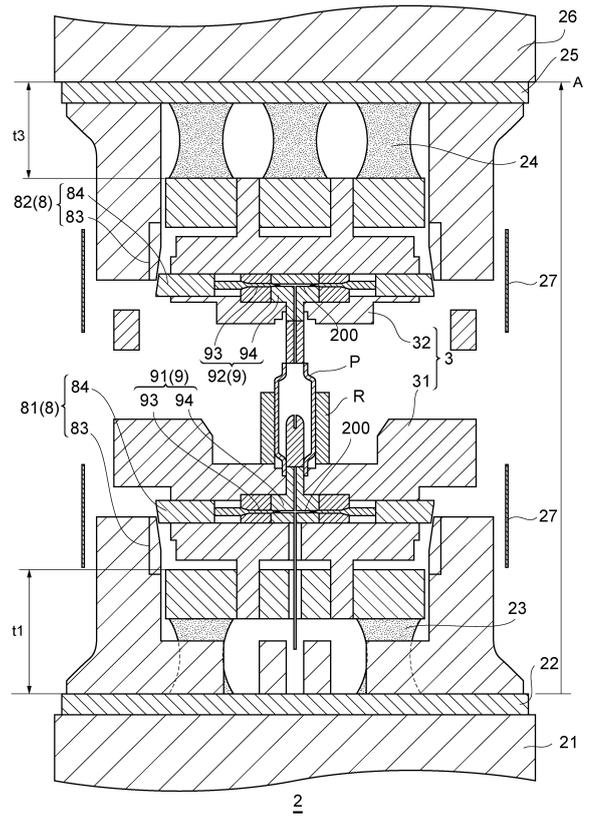
50

【図面】

【図 1】



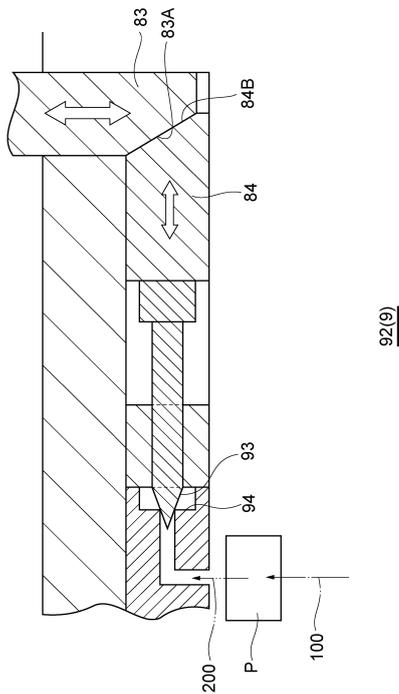
【図 2】



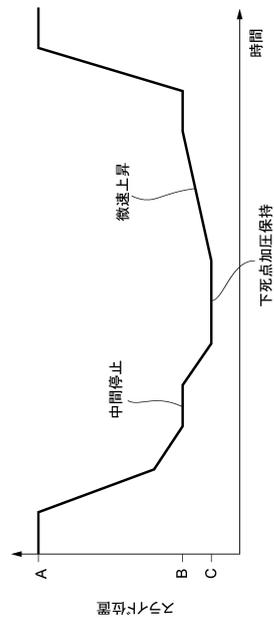
10

20

【図 3】



【図 4】

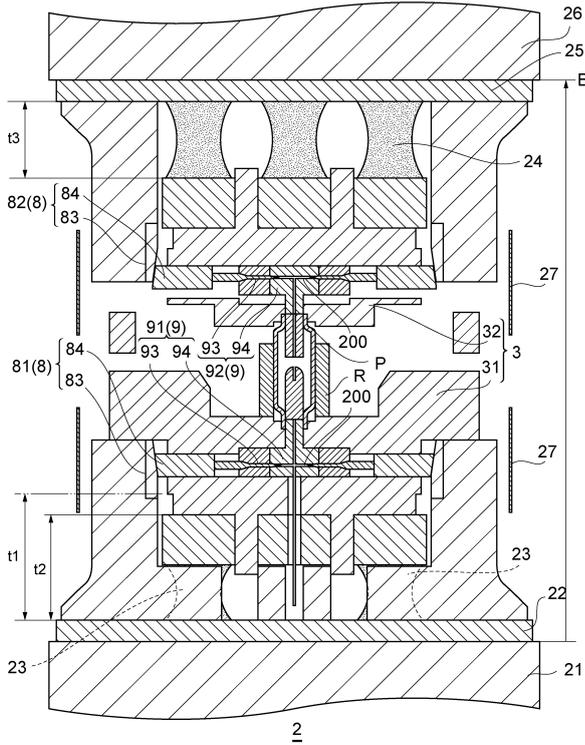


30

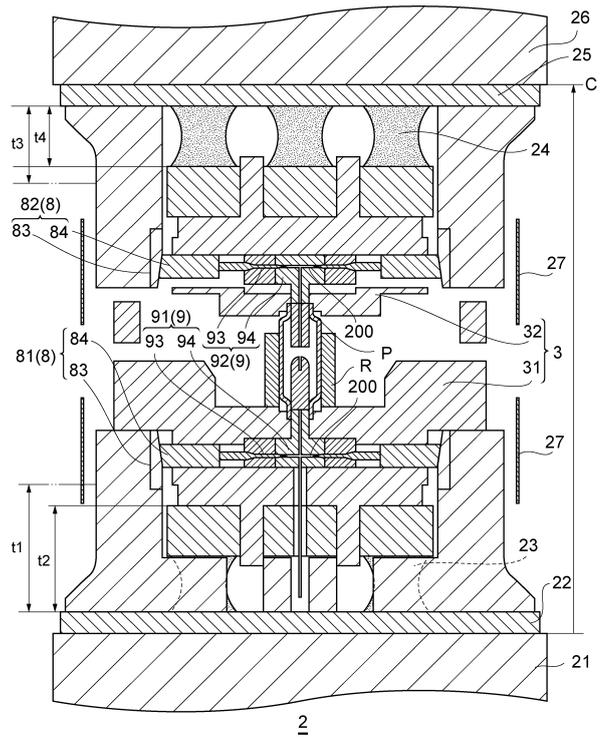
40

50

【 図 5 】



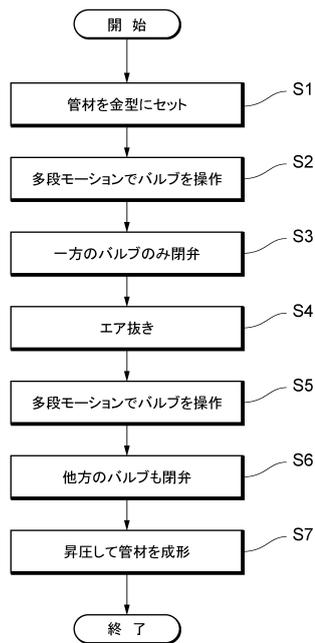
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



30

40

50

フロントページの続き

- シン・エイ・ダブリュ株式会社内
- (72)発明者 郡 智基
愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
- (72)発明者 原 豊
愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
- (72)発明者 齊藤 真梨子
愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
- 審査官 石田 宏之
- (56)参考文献 特開昭 5 7 - 0 4 4 4 2 3 (J P , A)
特表 2 0 1 7 - 5 1 5 6 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 5 5 4 4 6 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 6 1 3 2 9 (J P , A)
特開 2 0 2 2 - 0 5 5 1 4 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 0 4 8 9 3 1 (U S , A 1)
中国特許出願公開第 1 0 5 8 5 5 3 5 0 (C N , A)
特開昭 4 8 - 9 2 2 6 4 (J P , A)
特開昭 5 8 - 1 6 7 0 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 9 4 3 (J P , A)
特許第 7 2 3 6 6 0 4 (J P , B 2)
特許第 7 5 1 4 7 4 1 (J P , B 2)
特許第 7 4 9 3 7 1 9 (J P , B 2)
特許第 6 4 7 5 7 5 3 (J P , B 2)
特許第 4 2 5 9 1 9 4 (J P , B 2)
特開 2 0 0 4 - 3 0 8 7 3 6 (J P , A)
特許第 4 0 6 6 8 4 6 (J P , B 2)
特許第 4 7 4 8 8 6 1 (J P , B 2)
特許第 2 8 4 5 1 7 0 (J P , B 2)
特公平 4 - 5 0 0 8 6 (J P , B 2)
特公昭 6 0 - 5 6 5 6 9 (J P , B 2)
特公昭 5 6 - 2 5 3 3 2 (J P , B 2)
特公昭 5 1 - 4 4 1 0 2 (J P , B 2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 1 D 2 6 / 0 4 1