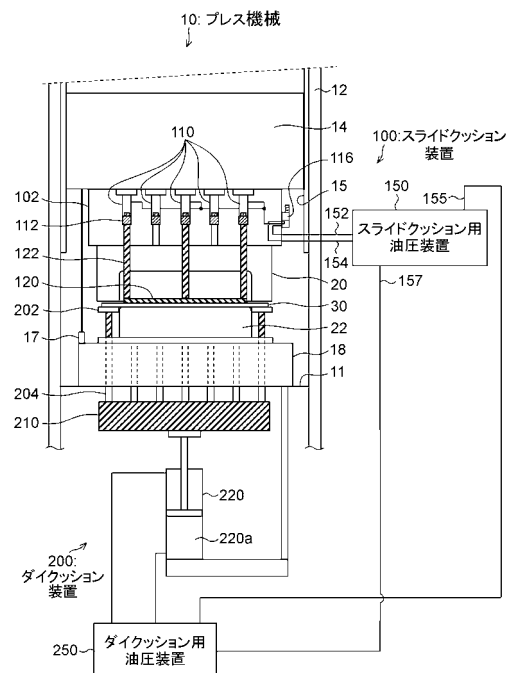




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プレス機械のスライドを構成する板材又は前記スライドの直下に配設された板材の内部に一体形成された複数の液圧シリンダと、

前記スライドと共に上下動する上金型の凹部に上下動可能に配置され、前記上金型に対向する下金型の凸部との間で材料を押圧する加圧部材と、

前記加圧部材に配設され、前記上金型を貫通して前記液圧シリンダのピストン部材に当接するクッションピンであって、前記上金型の凹部の投影面内に配置された複数の液圧シリンダの数よりも少ない数に調整された複数のクッションピンと、

少なくとも前記クッションピンが当接する前記液圧シリンダの加圧室に供給する液圧を制御するスライドクッション用液圧装置と、

を備えたプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 2】

前記複数の液圧シリンダの数を N とすると、前記 N は 10 以上である請求項 1 に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 3】

前記複数の液圧シリンダの 1 つの最大推力を f としたときの前記 N 基の液圧シリンダの総最大推力 $N \times f$ は、仕様上の最大スライドクッション力の 1.5 倍以上である請求項 2 に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 4】

前記スライドクッション用液圧装置は、クッション圧力発生ラインと、所定のシステム圧力に作動液が保持されるシステム圧力作用ラインとを有し、

前記複数の液圧シリンダの各加圧室は、前記複数の液圧シリンダと同数の複数の切換弁のうちのいずれか 1 つの切換弁を介して前記クッション圧力発生ライン又は前記システム圧力作用ラインに接続され、又は前記複数の液圧シリンダよりも少ない複数の切換弁のうちのいずれか 1 つの切換弁を介して前記クッション圧力発生ライン又は前記システム圧力作用ラインに接続される請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 5】

前記スライドクッション用液圧装置は、クッション圧力発生ラインと、所定のシステム圧力に作動液が保持されるシステム圧力作用ラインとを有し、

前記複数の液圧シリンダの各加圧室は、前記クッション圧力発生ラインに直接接続される請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 6】

前記システム圧力作用ラインには、0.3 MPa ~ 10.0 MPa の範囲のシステム圧力に作動液を保持するアキュムレータが接続される請求項 4 又は 5 に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 7】

前記スライドクッション用液圧装置は、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間に配設され、スライドクッション圧力作用時にメインリリーフ弁として動作可能なパイロット駆動式のロジック弁と、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間に配設され、前記ロジック弁を制御するパイロット圧力を発生させるパイロットリリーフ弁とを含んで構成される請求項 4 から 6 のいずれか 1 項に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 8】

前記スライドクッション用液圧装置は、前記ロジック弁のパイロットポートに作用する圧力を、前記パイロット圧力と前記システム圧力とのいずれか一方に切り換える第 1 の電磁弁を含む請求項 7 に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項 9】

前記スライドクッション用液圧装置は、前記クッション圧力発生ラインと前記システム

10

20

30

40

50

圧力作用ラインとの間に配設され、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間を開閉する第２の電磁弁を含む請求項８に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項１０】

前記第１の電磁弁及び前記第２の電磁弁を制御する制御器であって、前記スライドの下降期間に前記ロジック弁のパイロットポートに前記パイロット圧力が印加されるように前記第１の電磁弁を制御し、前記スライドの上昇期間に前記第２の電磁弁が開くように前記第２の電磁弁を制御する制御器を備えた請求項９に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項１１】

前記クッション圧力発生ラインには、逆止弁を介して外部液压装置から加圧された作動液の供給が可能なクッション圧力先行加圧ラインが接続され、

前記システム圧力作用ラインには、リリーフ弁を介して先行加圧液量排出ラインが接続される請求項７から１０のいずれか１項に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【請求項１２】

前記スライドクッション用液压装置には、作動液が加圧封入され、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間には、前記作動液を加圧及び給液するための液压ポンプが設けられていない請求項４から１１のいずれか１項に記載のプレス機械のスライドクッション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明はプレス機械のスライドクッション装置に係り、特にプレス成形される材料の上金型の凹部内の領域を上側から押圧するプレス機械のスライドクッション装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、プレス機械による高張力鋼板（ハイテン材）の成形が一般化しつつあるが、ハイテン材の成形性を向上させるために、プレス成形中にハイテン材の上金型の凹部内の領域を上方から押圧するスライド（上側）クッションの役割が重要である。

【０００３】

従来、ワークを押さえるワーク押さえパッドを昇降可能に備え、プレス機械に取り付けて使用されるプレス用金型装置が提案されている（特許文献１）。

【０００４】

特許文献１に記載のプレス用金型装置は、クッション機能付きプレス機械とクッション機能のないプレス機械の両方に適用可能なものであり、特にクッション手段を備えたプレス機械の場合には、金型本体と、金型本体に着脱可能にかつ昇降可能に取り付けたパッド本体と、金型本体を貫通しパッド本体とプレス機側とに介在する押圧力伝達ロッドとから構成される。

【０００５】

ここで、クッション手段は、プレス機械のスライド（ラム）に取り付けられるベース板と、ベース板に嵌め込まれた複数のロッドレスシリンダとから構成されている。そして、押圧力伝達ロッドは、その一端がパッド本体に取り付けられ、他端がクッション手段のロッドレスシリンダに当接することで、スライドからロッドレスシリンダを介して押圧力をパッド本体に伝達する。

【０００６】

尚、特許文献１の実施形態には、ベース板に６基のロッドレスシリンダが嵌め込まれたクッション手段が記載されており、また、ロッドレスシリンダは、ガス密閉形である。

【０００７】

更に、特許文献１には、クッション手段に対して大きさの異なる金型を取付可能にし（特許文献１の図１５、図１６参照）、これによりクッション手段の汎用性を図る記載があ

10

20

30

40

50

る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-61920号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1には、クッション手段に対して大きさの異なる金型が取付可能である記載があり、特許文献1の図15及び図16には、金型（即ち、金型本体に昇降可能に取り付けられたパッド本体）の大きさに応じて、パッド本体に取り付けられる押圧力伝達ロッドの本数が異なることが図示されている。これは、金型の大きさに応じて、パッド本体の投影面内に配置されているロッドレスシリンダの数が異なり、その結果、ロッドレスシリンダと一対一に対応して配置される押圧力伝達ロッドの本数も異なるからである。

10

【0010】

即ち、パッド本体に取り付けられる押圧力伝達ロッドは、パッド本体の投影面内に配置されているロッドレスシリンダと一対一に対応しており、特許文献1には、パッド本体に取り付ける押圧力伝達ロッドの本数及び配置を任意に調整する発想は開示されていない。

【0011】

また、特許文献1に記載のクッション手段は、ベース板に複数のロッドレスシリンダが嵌め込まれて構成されているため、部品点数が多くなり、その分ベース板の厚み寸法も増す。更にロッドレスシリンダは、ガス密閉形であるため、プレス成形中にクッションストロークに応じて増圧したり、成形後もクッション圧力が残存したりし、少なからず成形に悪影響を及ぼすという問題がある。

20

【0012】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、プレス成形される材料の上金型の凹部内の領域を上側から押圧する際に、金型毎にクッションピンの本数及び配置を任意に調整可能であり、またクッション圧力の発生の応答性が早く、また増圧する事無くほぼ一定な圧力が制御可能であり、また成形後は脱圧することが可能であり、これらによって成形性が良く、かつ安価なプレス機械のスライドクッション装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために本発明の一の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置は、プレス機械のスライドを構成する板材又は前記スライドの直下に配設された板材の内部に一体形成された複数の液圧シリンダと、前記スライドと共に上下動する上金型の凹部に上下動可能に配置され、前記上金型に対向する下金型の凸部との間で材料を押圧する加圧部材と、前記加圧部材に配設され、前記上金型を貫通して前記液圧シリンダのピストン部材に当接するクッションピンであって、前記上金型の凹部の投影面内に配置された複数の液圧シリンダの数よりも少ない数に調整された複数のクッションピンと、少なくとも前記クッションピンが当接する前記液圧シリンダの加圧室に供給する液圧を制御するスライドクッション用液圧装置と、を備える。

40

【0014】

本発明の一の態様によれば、プレス機械のスライドを構成する板材又は前記スライドの直下に配設された板材の内部に複数の液圧シリンダを一体形成するようにしたため、多くの液圧シリンダを配置することができ、かつ部品点数を少なくすること（装置を安価にすること）ができるとともに、スライドクッション装置の高さ方向の寸法を最小限にすることができる。

【0015】

また、加圧部材に配設され、上金型を貫通して液圧シリンダのピストン部材に当接する

50

クッションピンは、上金型（加圧部材）に応じて本数及び配置を任意に調整可能であり、少なくとも上金型の凹部の投影面内に配置された複数の液圧シリンダの数よりも少ない数に調整される。逆に、板材の内部に一体形成される液圧シリンダは、クッションピンの数や配置を調整可能な程度に多く配置されている。

【0016】

更に、スライドクッション用液圧装置により、少なくともクッションピンが当接する液圧シリンダの加圧室に供給する液圧を制御するため、成形ストロークに応じて増圧すること無くほぼ一定のスライドクッション圧力を制御することができ、また、成形完了後、プレス機械のスライドが下死点に到達以降は、ダイクッション圧力を脱圧することができ、成形を助長する。

10

【0017】

前者は、成形終盤に材料の局所に作用する応力集中度合を緩和し材料の破断を防止し、後者は、プレス機械のスライド上昇中に、加圧部材が製品を介して上金型に作用し（纏わる）ことにより、不本意に製品を変形させる等、製品に悪影響を及ぼすことを防止する。

【0018】

本発明の他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記複数の液圧シリンダの数を N とすると、前記 N は10以上であることが好ましい。液圧シリンダの数が10未満の場合、クッションピンの数や配置の自由度が少なくなるからである。

【0019】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記複数の液圧シリンダの1つの最大推力を f としたときの前記 N 基の液圧シリンダの総最大推力 $N \times f$ は、仕様上の最大スライドクッション力の1.5倍以上であることが好ましい。

20

【0020】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置は、クッション圧力発生ラインと、所定のシステム圧力に作動液が保持されるシステム圧力作用ラインとを有し、前記複数の液圧シリンダの各加圧室は、前記複数の液圧シリンダと同数の複数の切換弁のうちのいずれか1つの切換弁を介して前記クッション圧力発生ライン又は前記システム圧力作用ラインに接続され、又は前記複数の液圧シリンダよりも少ない複数の切換弁のうちのいずれか1つの切換弁を介して前記クッション圧力発生ライン又は前記システム圧力作用ラインに接続されることが好ましい。

30

【0021】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置は、クッション圧力発生ラインと、所定のシステム圧力に作動液が保持されるシステム圧力作用ラインとを有し、前記複数の液圧シリンダの各加圧室は、前記クッション圧力発生ラインに直接接続されることが好ましい。これにより、複数の液圧シリンダの各加圧室には、クッション圧力発生ラインに発生するクッション圧力を事前に印加することができ、クッション圧力の発生の応答性を早くすることができる。

【0022】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記システム圧力作用ラインには、0.3Mpa～10.0Mpaの範囲のシステム圧力に作動液を保持するアキュムレータが接続されることが好ましい。これにより、複数の液圧シリンダの各加圧室の圧力を所望のクッション圧力に昇圧させる際の昇圧応答時間の短縮化が可能になる。

40

【0023】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置は、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間に配設され、スライドクッション圧力作用時にメインリリーフ弁として動作可能なパイロット駆動式のロジック弁と、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間に配設され、前記ロジック弁を制御するパイロット圧力を発生させる

50

パイロットリリーフ弁とを含んで構成されることが好ましい。これにより、前記スライドクッション用液圧装置は、スライドクッション圧力作用時に作動液を加圧する液圧ポンプ等の駆動源を必要とせず、前記複数の液圧シリンダの各加圧室の圧力を所望のクッション圧力に昇圧保持することができ、安価な装置となる。

【0024】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置は、前記ロジック弁のパイロットポートに作用する圧力を、前記パイロット圧力と前記システム圧力とのいずれか一方に切り換える第1の電磁弁を含む。前記第1の電磁弁により前記ロジック弁のパイロットポートにパイロット圧力が作用するように切り換えると、パイロット圧力に対応したスライドクッション圧力をクッション圧力発生ラインに発生させることができる。また、前記第1の電磁弁により前記ロジック弁のパイロットポートにシステム圧力が作用するように切り換えると、クッション圧力発生ラインに発生したスライドクッション圧力をシステム圧力に脱圧することができる。更にその状態で加圧部材を下方から押す力が開放される（プレスが下死点から上昇に転じる）と、スライドクッション圧力を完全に（0に）脱圧（し、プレス下死点近傍でロックングすることが）できる。

10

【0025】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置は、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間に配設され、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間を開閉する第2の電磁弁を含むことが好ましい。前記第2の電磁弁を制御することにより、スライドクッションパッドとして機能するピストン部材の下降動作（製品押し出し作用）が可能になる。また第2の電磁弁とそれに直列に接続される絞り弁との作用で、絞り弁の開度を調節することにより下降速度が調整可能になる。

20

【0026】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記第1の電磁弁及び前記第2の電磁弁を制御する制御器であって、前記スライドの下降期間に前記ロジック弁のパイロットポートに前記パイロット圧力が印加されるように前記第1の電磁弁を制御し、前記スライドの上昇期間に前記第2の電磁弁が開くように前記第2の電磁弁を制御する制御器を備えることが好ましい。この制御器は、第1、第2の電磁弁の簡単な制御のみを行うため（特別な制御装置が不要であるため）、プレス機械の制御器の一部（PLC：programmable logic controller）を流用したり、プレス機械においてプレス機械の周辺装置や金型に付随する装置を駆動する為にお客様に開放され、プレス機械のクランク角度（0～360度間の角度）に応じて複数の接点信号を出力可能なカムスイッチ等を適用したりすることが可能であり、安価である。

30

【0027】

カムスイッチは、複数のリミットスイッチ等の機械接点を利用した機械式（旧式）のものや、プレス機械の制御器（PLC等）を用いて構成される。スライドクッション制御用に、直接プレス機械の制御器（PLC等）を流用する場合はプレスメーカーが介在する必要を有すが、カムスイッチを用いればユーザによる制御で賄える等、より簡便性を増す。

40

【0028】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記クッション圧力発生ラインには、逆止弁を介して外部液圧装置から加圧された作動液の供給が可能なクッション圧力先行加圧ラインが接続され、前記システム圧力作用ラインには、リリーフ弁を介して先行加圧液量排出ラインが接続されることが好ましい。また、リリーフ弁の下流には電磁弁（第4の電磁弁）を装着するのが好ましい。

【0029】

外部液圧装置からクッション圧力先行加圧ラインを介して加圧された作動液を供給することができ、これによりスライドクッション圧力作用前にクッション圧力発生ラインの圧力（即ち、液圧シリンダの加圧室）を、システム圧力よりも高い圧力に昇圧することが可

50

能になり、複数の液圧シリンダの各加圧室の圧力を所望のクッション圧力に昇圧させる際の昇圧応答時間をより短縮化することができる。尚、上記のようにして外部液圧装置からクッション圧力先行加圧ラインを介して作動液が供給されると、スライドクッション用液圧装置内の作動液の液量が増加（システム圧力が増加）するが、増加した作動液は、リリーフ弁を介して、先行加圧液量排出ラインから排出される。また、外部液圧装置としては、ダイクッション装置のダイクッション用液圧装置を適用することが好ましい。ダイクッション用液圧装置には、スライドクッション圧力作用前にダイクッション機能を発揮しない期間（剰余期間）があり、ダイクッション用液圧装置は、この剰余期間にクッション圧力先行加圧ラインを介して加圧された作動液を供給することができる。

【0030】

本発明の更に他の態様に係るプレス機械のスライドクッション装置において、前記スライドクッション用液圧装置には、作動液が加圧封入され、前記クッション圧力発生ラインと前記システム圧力作用ラインとの間には、前記作動液を加圧及び給液するための液圧ポンプが設けられていない。スライドクッション圧力作用時には、ロジック弁がメインリリーフ弁として動作し、パイロットリリーフ弁により発生されるパイロット圧力に応じたスライドクッション圧力を発生させることができ、また、製品押し出し作用を含むピストン部材の下降動作は、アキュムレータに蓄積されたシステム圧力の作動液により行うことができるため、液圧ポンプは不要である。このように液圧ポンプが不要であるため、動力費を節約することができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、プレス成形される材料の上金型の凹部内の領域を上側から加圧部材により押圧する際に、金型毎に加圧部材に対するクッションピンの本数及び配置を任意に、調整の自由度を増して調整可能であり、またクッション圧力の発生の応答性が早く、またほぼ一定のクッション圧力が制御可能であり、また成形終了後はクッション圧力を脱圧可能であり、かつ安価な装置にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は本発明に係るスライドクッション装置を含むプレス機械全体の概略構成図である。

【図2】図2は図1に示したスライドクッション装置の油圧シリンダ群を含む要部の拡大図である。

【図3】図3は図2に示した要部の平面図である。

【図4】図4は主としてスライドクッション用油圧装置と給油装置とをホースを介して接続した状態を示す図である。

【図5】図5は図4に示したスライドクッション用油圧装置を拡大した構成図である。

【図6】図6は図4に示した給油装置を拡大した構成図である。

【図7】図7は図5に示したロジック弁の作用を説明するために用いた拡大図である。

【図8】図8はスライドクッション装置に適用される制御器の実施形態を示すブロック図である。

【図9】図9（A）はプレス機械の1サイクル期間におけるスライド位置、スライドクッション位置、ダイクッション位置、スライドクッション圧力、システム圧力、及びダイクッション圧力を示す波形図であり、図9（B）～（E）は、それぞれ第1の電磁弁、第2の電磁弁、第4の電磁弁及び第2の切換弁のON/OFFのタイミングを示すタイミングチャートである。

【図10】図10は図1に示したダイクッション用油圧装置の実施形態を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下添付図面に従って本発明に係るプレス機械のスライドクッション装置の好ましい実

10

20

30

40

50

施形態について詳説する。

【0034】

〔プレス機械全体の構成〕

＜プレス機械＞

図1は本発明に係るスライドクッション装置を含むプレス機械全体の概略構成図である。

【0035】

図1において、プレス機械10は、ベッド11、コラム12及びクラウン（図示せず）でフレームが構成され、スライド14は、コラム12に設けられたガイド部15により鉛直方向に移動自在に案内されている。スライド14は、サーボモータ（図示せず）あるいは、フライホイール（図示せず）によって回転駆動力が伝達されるクランク軸を含むクランク機構によって図1上で上下方向に移動させられる。

【0036】

プレス機械10のベッド11側には、スライド14の位置を検出するスライド位置検出器17が設けられるか、あるいはクランク機構のクランク軸には、クランク角度を検出するエンコーダが設けられていることが望ましい。

【0037】

スライド14の直下には、スライドクッション装置100を構成する板材102が配設されており、この板材102の下面に上金型20が装着され、ベッド11のボルスタ18上には、上金型20に対向する下金型22が装着されている。上金型20は、凹部を有するダイス型であり、下金型22は、上金型20の凹部に対応する凸部を有するパンチ型である。

【0038】

上金型20と下金型22の間には、ブランクホルダ（皺押え板）202が配置され、下側が複数のダイクッションピン204を介してダイクッションパッド210で支持され、上側には材料30がセットされる（接触する）。

【0039】

プレス機械10は、スライド14を下降させることにより、上金型20と下金型22との間で材料30をプレス成形する。

【0040】

後述するスライドクッション装置100は、プレス成形される材料30の上金型の凹部内の領域を上側から押圧し、ダイクッション装置200は、材料30の周縁を下側から押圧するものである。特に材料30がハイテン材の場合、スライドクッション装置100は、材料30の成形性の向上に寄与する。

【0041】

＜スライドクッション装置＞

スライドクッション装置100は、主としてスライド14の直下に配設された板材102の内部に一体形成された複数の液圧シリンダ（油圧シリンダ群）110と、上金型20の凹部に上下動可能に配置された加圧部材120と、加圧部材120に配設された複数のスライドクッションピン（クッションピン）122と、スライドクッション用油圧装置（スライドクッション用液圧装置）150とから構成されている。

【0042】

図2は図1に示したスライドクッション装置の油圧シリンダ群を含む要部の拡大図であり、図3は図2に示した要部の平面図である。

【0043】

図2及び図3に示すように、スライドの直下の板材（ブロック）102には、15基の油圧シリンダ110a～110o（油圧シリンダ群110）のシリンダ部114が加工により一体形成され、シリンダ部114内にピストン部材112が収納されて、油圧シリンダ群110が構成されている。尚、シリンダ部114とピストン部材112の上面との間で、油圧シリンダの加圧室が形成される。

【0044】

また、板材102には、シリンダ部114に連通するクッションピン孔115が形成されている。このクッションピン孔115は、スライドクッションピン122が挿入される孔であり、クッションピン孔115の径は、シリンダ部114の径よりも小さくなるように形成されている。これにより、図2に示すようにシリンダ部114の下端には、ピストン部材112の下降端を規制する当接面が形成される。

【0045】

上記のように板材102に油圧シリンダ群110を一体形成するようにしたため、完成品の油圧シリンダを板材に埋め込む場合に比べて端部の締結部材が減少し、板材102の高さ方向の寸法を小さくすることができ、また、部品点数を少なくすることができるため、装置を安価にすることができる。

10

【0046】

また、図3に示すように油圧シリンダ群110の各加圧室は、切換弁として機能する複数の第3の電磁弁116a～116f（電磁弁群116）を介してクッション圧力発生ライン152又はシステム圧力作用ライン154に接続されている。

【0047】

図3に示す例では、油圧シリンダ110a、110c、110eの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116aに接続され、油圧シリンダ110b、110dの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116bに接続されている。同様に、油圧シリンダ110f、110h、110jの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116fに接続され、油圧シリンダ110g、110iの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116dに接続され、油圧シリンダ110k、110m、110oの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116eに接続され、油圧シリンダ110l、110nの各加圧室は、板材102内に形成された油路を通じて第3の電磁弁116cに接続されている。

20

【0048】

電磁弁群116は、油圧シリンダ群110のうちのスライドクッション圧力作用時に使用する油圧シリンダに応じてON/OFFが制御され、例えば、油圧シリンダ110a、110c、110e、油圧シリンダ110f、110h、110j及び油圧シリンダ110k、110m、110oの9基の油圧シリンダを使用する場合には、第3の電磁弁116a、116f及び116eをONにし、これらの油圧シリンダの各加圧室をクッション圧力発生ライン152に接続するとともに、他の第3の電磁弁116b、116c及び116dをOFFにし、これらの第3の電磁弁に対応する油圧シリンダ110b、110d、油圧シリンダ110l、110n及び油圧シリンダ110g、110iの各加圧室をシステム圧力作用ライン154に接続する。

30

【0049】

図1に戻って、加圧部材120は、スライドクッション圧力作用時に下金型22の凸部との間で材料30を挟み、材料30を上方から押圧する部材であり、上金型20の凹部に上下動可能に配置されている。尚、加圧部材120は、図示しないストッパにより上金型20から脱落しないように配置されている。

40

【0050】

スライドクッションピン122は、油圧シリンダ群110から加圧部材120にスライドクッション力を伝達する部材であり、加圧部材120に配設され、上金型20を貫通し、板材102のクッションピン孔115（図2）に挿入されて油圧シリンダのピストン部材112に当接する。

【0051】

ここで、スライドクッションピン122は、上金型20の凹部の投影面内に配置された油圧シリンダ群の数よりも少ない数に調整されている。

【0052】

50

本実施形態では、上金型 20 の凹部の投影面内に配置された油圧シリンダ群 110 の数は、15 ($= 3 \times 5$) である (図 3 参照)。これらの油圧シリンダ群 110 のうちのスライドクッション圧力作用に使用する油圧シリンダは、油圧シリンダ群 110 の数 (15) よりも少なく、例えば、 3×5 の油圧シリンダ群 110 のうちの奇数列に配置された 9 ($= 3 \times 3$) 基の油圧シリンダとすることができる。

【0053】

この場合、スライドクッションピン 122 は、油圧シリンダ群 110 のうちのスライドクッション圧力作用に使用する 9 基の油圧シリンダと一対一に対応する本数 (9 本) 及び位置に調整されて配置される。

【0054】

このように、スライドクッションピン 122 は、板材 102 内に形成された油圧シリンダ群 110 の数及び配置の範囲内において、スライドクッションピンの本数及び配置を任意に調整可能であり、金型毎に最適な本数及び位置に配置される。

【0055】

したがって、油圧シリンダ群の数を N とすると、 N は 10 以上であることが好ましい。 N が 10 未満の場合、スライドクッションピンの本数及び配置の自由度が小さくなり、種々の金型に対応できなくなるからである。

【0056】

逆に、スライドクッションピンの本数は、油圧シリンダ群の数よりも少ないことが前提である。スライドクッションピンの本数と油圧シリンダ群の数とが同数の場合、スライドクッションピンの本数及び配置の自由度が無いからである。

【0057】

いま、油圧シリンダ群のうちの 1 つの最大推力を f とすると、 N 基の油圧シリンダ群の総最大推力は、 $N \times f$ となる。この総最大推力 $N \times f$ は、総スライドクッション力 (仕様上の最大スライドクッション力) の 1.5 倍以上である。

【0058】

即ち、 N 基の油圧シリンダ群の全てをスライドクッション圧力作用に使用しないため、スライドクッション力を仕様上の最大スライドクッション力以下にすることができる。また、1 つの油圧シリンダを最大推力 f で使用する場合、使用可能なスライドクッションピンの数は、油圧シリンダ群の数 N の 3 分の 2 以下になる。

【0059】

スライドクッション用油圧装置 150 は、油圧シリンダ群 110 のうちのスライドクッション圧力作用時に使用する油圧シリンダの加圧室に供給する液圧 (油圧) を発生させる。これにより、プレス成形中にスライドクッション圧力作用時に使用する油圧シリンダ群及びスライドクッションピン 122 を介して加圧部材 120 に印加されるスライドクッション力が発生する。尚、スライドクッション用油圧装置 150 の詳細については、後述する。

【0060】

＜ダイクッション装置＞

ダイクッション装置 200 は、主としてブランクホルダ 202 と、ブランクホルダ 202 を複数のダイクッションピン 204 を介して支持するダイクッションパッド 210 と、ダイクッションパッド 210 を支持し、ダイクッションパッド 210 にダイクッション力を発生させる油圧シリンダ (液圧シリンダ) 220 と、ダイクッション用油圧装置 250 とから構成されている。

【0061】

ダイクッション装置 200 としては、特開 2006-315074 号公報に記載のものを適用することができるが、これに限らず、周知のダイクッション装置を適用することができる。

【0062】

また、ダイクッション用油圧装置 250 は、スライドクッション用油圧装置 150 に対

10

20

30

40

50

する外部液压装置として機能し得る。ダイクッション用油圧装置 250 には、スライドクッション圧力作用前にダイクッション機能を発揮しない期間（剰余期間）があるが、ダイクッション用油圧装置 250 は、この剰余期間にクッション圧力先行加圧ライン 155 を介して加圧された圧油を供給することができる。また、スライドクッション用油圧装置 150 内で増加した作動油は、先行加圧液量排出ライン（先行加圧油量排出ライン）157 を介してダイクッション用油圧装置 250 内の低圧ラインに排出される。尚、クッション圧力先行加圧ライン 155 及び先行加圧油量排出ライン 157 の作用の詳細については後述する。

【0063】

図 4 は、主としてスライドクッション用油圧装置 150 と給油装置 190 とをホース 130、134 を介して接続した状態を示す図である。

【0064】

〔スライドクッション用油圧装置〕

図 5 は、図 4 に示したスライドクッション用油圧装置 150 を拡大した構成図である。

【0065】

図 5 に示すようにスライドクッション用油圧装置 150 は、主としてスライドクッション圧力作用時に使用する油圧シリンダの加圧室に電磁弁群 116 を介して接続されたクッション圧力発生ライン 152 と、システム圧力の作動油（作動液）を蓄積するアキュムレータ 156 が接続されたシステム圧力作用ライン 154 と、クッション圧力発生ライン 152 とシステム圧力作用ライン 154 との間に配設され、スライドクッション圧力作用時にメインリリーフ弁として動作可能なパイロット駆動式のロジック弁 158 と、クッション圧力発生ライン 152 とシステム圧力作用ライン 154 との間に配設され、ロジック弁 158 を制御するパイロット圧力を発生させるパイロットリリーフ弁 160 と、から構成されている。このとき、パイロットリリーフ弁 160 は、漏れ（リーク）が僅かな（ノンリークの）直動式であることが好ましい。

【0066】

アキュムレータ 156 が接続されたシステム圧力作用ライン 154 のシステム圧力は、少なくともクッションパッドを兼ねるピストン部材 112 を下降させ、製品押し出し作用及びピストン部材 112 の待機位置（図 2）への移動を可能にする圧力以上にすることが必要であり、0.3 MPa～10.0 MPa の範囲内の圧力に設定することが好ましい。

【0067】

また、スライドクッション用油圧装置 150 は、ロジック弁 158 のパイロットポートに作用する圧力を、パイロット圧力発生ライン 162 に発生するパイロット圧力と、システム圧力作用ライン 154 のシステム圧力とのいずれか一方に切り換える第 1 の電磁弁 164 を備えている。尚、パイロット圧力発生ライン 162 には、絞り弁（可変絞り弁）166、168 が設けられており、ここで流量を制限（調整）している。本例では、絞り弁 168 は全開にしている。

【0068】

更に、クッション圧力発生ライン 152 とシステム圧力作用ライン 154 との間には、絞り弁 170 及び第 2 の電磁弁 172 と、絞り弁 174 及び第 2 の電磁弁 176 とが並列に配設されている。第 2 の電磁弁 172、176 は、それぞれ ON/OFF 制御され、OFF（全閉）時にリークが僅かな（ノンリークの）ポペット式電磁弁であることが好ましい。

【0069】

アキュムレータ 156 には、冷却装置 178 が設けられており、冷却装置 178 によりアキュムレータ 156（作動油）を冷却できるようになっている。尚、冷却装置 178 は、システム圧力作用ライン 154 を冷却するように設けるようにしてもよい。

【0070】

また、クッション圧力発生ライン 152 及びシステム圧力作用ライン 154 には、それぞれ給油及びシステム圧力封入用の絞り弁（ニードル弁）180、181 及び逆止弁付き

10

20

30

40

50

のジョイント 183、184 が装着されている。

【0071】

更に、クッション圧力発生ライン 152 には、逆止弁 185 を介してクッション圧力先行加圧ライン 155 が接続され、システム圧力作用ライン 154 には、リリーフ弁 186 及び第 4 の電磁弁 189 を介して先行加圧油量排出ライン 157 が接続されている。尚、第 4 の電磁弁 189 の作用及び ON/OFF の動作タイミングの詳細については後述する。

【0072】

更にまた、クッション圧力発生ライン 152 には、スライドクッション圧力を検出するスライドクッション圧力検出器 187 が設けられている。これは、制御上用いるものではなく、スライドクッション圧力の作用を確認するためのもので、ブルドン管式（針で圧力が表示される一般的な）圧力計、デジタル表示式の圧力計、圧力を電流や電圧に変換する方式の圧力検出器を含む。

【0073】

また、クッション圧力発生ライン 152 とシステム圧力作用ライン 154 との間には、安全弁として機能するリリーフ弁 188 が配設されている。

【0074】

〔給油装置〕

図 6 は、図 4 に示した給油装置 190 を拡大した構成図である。

【0075】

給油装置 190 は、給油及びシステム圧力封入時、又はシステム圧力脱圧時（段取り準備時）に使用するものであり、成形時等スライドクッション装置 100 のサイクル機能（通常機能）時には使用しない段取り用の装置である。

【0076】

従って、給油装置 190 は、スライドクッション装置 100 毎に付帯する必要はなく、管轄する複数台のスライドクッション装置 100 に対して 1 台の給液装置を用意しておけばよく、また、必ずしもユーザが所持する必要がなく、少なくともサービス拠点におけるサービス部門が所持していればよい。

【0077】

図 6 に示すように給油装置 190 は、主として作動油を貯留するタンク 191 と、インダクションモータ 192 により駆動される油圧ポンプ 193 と、安全弁として機能するリリーフ弁 194 と、逆止弁付きのジョイント 195、196 と、逆止弁 197 と、スイッチ 198 とから構成されている。

【0078】

給油装置 190 の 2 つのジョイント 195、196 は、それぞれスライドクッション用油圧装置 150 のクッション圧力発生ライン 152 及びシステム圧力作用ライン 154 にそれぞれ設けられたジョイント 183、184 に接続される。

【0079】

給油装置 190 のジョイント 195、196 を、ホース 130、134 を介してスライドクッション用油圧装置 150 のジョイント 183、184 に接続する。

【0080】

ホース 130、134 は、それぞれ両端に逆止弁付きのジョイント 131、132、ジョイント 135、136 を備えており、給油装置側のジョイント 195、196 と、スライドクッション用油圧装置側のジョイント 183、184 との間を接続することができる。

【0081】

給油装置 190 のインダクションモータ 192 は、スイッチ 198 が ON されると、交流電源 199 からの交流電流により駆動し、油圧ポンプ 193 を回転させる。これにより、タンク 191 内の作動油を逆止弁 197、ジョイント 195 及びホース 130 を介してスライドクッション用油圧装置 150 に給油、蓄圧し、また、スライドクッション用油圧

10

20

30

40

50

装置 150 からホース 134 及びジョイント 196 を介して作動油をタンク 191 に戻すことができる。

【0082】

《準備・段取り（スライドクッション用油圧装置への作動油の加圧封入）》

本例のスライドクッション装置 100 を使用する場合、スライドクッション用油圧装置 150 に対して作動油を加圧封入する準備・段取り作業を行う必要がある。

【0083】

図 4 を参照しながら、準備・段取り作業の具体例について説明する。

【0084】

スライドクッション用油圧装置を初めて使用する時、あるいは電磁弁等油圧機器を交換（し、油圧装置内に空気が混入）した時は、図 4 に示したように、スライドクッション用油圧装置 150 と給油装置 190 とを接続する。続いて、スライドクッション用油圧装置 150 の絞り弁 166、168、180、及び 181 を全開にし、第 1 の電磁弁 164、第 2 の電磁弁 172、176 を ON にし、パイロットリリーフ弁 160、リリーフ弁 188 を最低圧に設定した状態で、給油装置 190 のスイッチ 198 を ON にしてインダクションモータ 192 により油圧ポンプ 193 を駆動する。

【0085】

こうすることで、スライドクッション用油圧装置 150 内と給油装置 190（タンク 191）内の作動油が循環し、スライドクッション用油圧装置 150 内の空気やコンタミが徐々に除去される。更に、戻り側の絞り弁 181 を絞り、給油装置 190 のリリーフ弁 194 の圧力設定（ある圧力が作用するように）を調整し、スライドクッション用油圧装置 150 内部を蓄圧させてから、絞り弁 181 を開放して作動油を循環させることで、循環する作動油内に含有する空気の割合を増加させ、エア抜き効率を向上させる。

【0086】

最終的に、給油装置 190 のリリーフ弁 194 の圧力設定をシステム圧力に調整し、スライドクッション用油圧装置 150 内にシステム圧力が蓄圧された時点で、往き側の絞り弁 180 を締め、スイッチ 198 を OFF にして油圧ポンプ 193 を停止させる。

【0087】

その後、スライドクッション用油圧装置 150 内のパイロットリリーフ弁 160、リリーフ弁 188 の設定、及び絞り弁 166、168 の設定を所定値に戻し、スライドクッション用油圧装置 150 内の給油、即ち作動油のシステム圧力の封入は完了する。給油（システム圧力の封入）後、ホース 130、134 のジョイント 131、135 を、スライドクッション用油圧装置 150 のジョイント 183、184 から分離する。

【0088】

ユーザが金型着脱時に、システム圧力を脱圧／蓄圧する場合は、上記準備・段取り作業において、両リリーフ弁 160、188 の設定や、絞り弁 166、168 の設定等、サイクル機能時に機能する油圧機器の設定は、変更する必要は無い。

【0089】

〔金型の装着作業〕

ユーザがプレス機械 10 に金型を装着する場合、ユーザ側でシステム圧を脱圧することが考えられるが、通常金型装着時は、以下に示すようにシステム圧が作用したまま金型の装着作業が可能である。

【0090】

まず、システム圧が作用したまま、上型-加圧部材-ブランクホルダが組み合わされた状態の下金型をボルスタ 18 上に置き、下金型をボルスタ 18 に固定し、スライド 14 をゆっくり下降させ、スライド下面を上金型上面に密着させる。この時、予めスライドクッション用油圧装置 150 の第 1 の電磁弁 164、第 2 の電磁弁 172、176 の少なくとも 1 つを段取り用に手動 ON／OFF が可能な手動スイッチも併設しておき、手動スイッチにより少なくとも 1 つの電磁弁を開けて（ON させて）おく。この（密着させる）過程で、使用する油圧シリンダには、スライドクッションピンを介してシステム圧力が作用し、

10

20

30

40

50

それに相当する力がスライド 14 に反力として（上向き）に作用する。

【0091】

次に、上金型をスライド 14 に仮固定し、スライド 14 を何度か昇降させて上金型と下金型の芯調整を行った後、上金型をスライド 14 に固定する。

【0092】

上記の金型の装着作業中に、スライドクッションピンを介してシステム圧力に相当する力がスライド 14 に反力として作用することを嫌うユーザは、システム圧力を脱圧する必要がある、この場合、金型の装着後にシステム圧力を封入するためにユーザが給油装置 190 を所持する必要がある。

【0093】

〔スライドクッション装置の圧力制御〕

次に、ロジック弁 158 及びパイロットリリーフ弁 160 によるスライドクッション圧力制御について説明する。

【0094】

スライドクッション用油圧装置 150 に作動油が加圧封入されている状態において、プレス機械 10 が動作し、スライド 14 と共に下降する加圧部材 120 が、下金型 22 の凸部上の材料 30 にインパクト（衝突）すると、インパクト後のスライドクッションパッドとして機能する油圧シリンダ群 110 のピストン部材 112（スライドクッションピン 122 が当接しているピストン部材 112）は、スライド 14 の下降に応じて相対的にシリンダ部 114 内を上昇し、加圧室を圧縮させて加圧室（加圧室に接続されているクッション圧力発生ライン 152）内の油圧を上昇させる。

【0095】

この油圧（スライドクッション圧力）は、ロジック弁 158 及びパイロットリリーフ弁 160 により制御される。

【0096】

図 7 は、図 4 及び図 5 に示したロジック弁 158 の拡大図である。図 7 において、ロジック弁 158 の A ポート及び B ポートには、それぞれクッション圧力発生ライン 152 及びシステム圧力作用ライン 154 が接続され、クッション圧力発生ライン 152 に発生するクッション圧力及びシステム圧力が加えられ、パイロットポート（X ポート）には、第 1 の電磁弁 164 の ON/OFF によりパイロット圧力又はシステム圧力が加えられるようになっている。

【0097】

いま、ロジック弁 158 の各ポートの面積、圧力、及びばね力を、下記の記号で表す。

【0098】

A_A : A ポート側受圧面積

A_B : B ポート側受圧面積

A_X : X ポート側受圧面積

P_A : A ポート圧力（クッション圧力）

P_B : B ポート圧力（システム圧力）

P_X : X ポート圧力（パイロット圧力）

F : ばね力

f_Q : 流体力

ここで、以下に示す〔数 1〕式を満たす場合、ロジック弁 158 のポペット 158a には、X ポート側に押し下げられる力が働いて弁が開き、〔数 2〕式を満たす場合、ロジック弁 158 のポペット 158a には、A ポート側に押し下げられる力が働いて弁が閉じる。

【0099】

〔数 1〕

$$A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B > A_X \cdot P_X + F + f_Q$$

〔数 2〕

10

20

30

40

50

$$A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B < A_X \cdot P_X + F + f_Q$$

〔数１〕式、〔数２〕式において、 A_A 、 A_B 、 A_X 、 P_B 、 F は定数であるため、ロジック弁１５８では、スライドクッション圧力（Ａポート圧力） P_A とパイロット圧力（Ｘポート圧力） P_X と、弁を流れる流量を妨げる方向に作用する流体力 f_Q とのバランスに応じて弁の開閉動作が行われる。

【０１００】

また、パイロット圧力 P_X は、パイロットリリーフ弁１６０での圧力設定により調整可能であるため、ロジック弁１５８は、パイロットリリーフ弁１６０に設定されるパイロット圧力（リリーフ圧力）に応じてスライドクッション圧力を調整することができる。

【０１０１】

〔制御器〕

図８はスライドクッション装置１００に適用される制御器１４０の実施形態を示すブロック図である。

【０１０２】

図８に示す制御器１４０は、図４等に示したスライドクッション用油圧装置１５０の第１の電磁弁１６４、第２の電磁弁１７２、１７６、及び板材１０２に配置した電磁弁群１１６（第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆ）、及び第４の電磁弁１８９をＯＮ／ＯＦＦ制御するもので、スライド位置検出器１７により検出されるスライド１４の位置信号に応じて、リレー１４２、１４４、１４６、１４８ａ～１４８ｆをＯＮ／ＯＦＦ制御し、ＯＮ／ＯＦＦ制御されるリレー１４２、１４４、１４６、１４８ａ～１４８ｆ、１４９を介して第１の電磁弁１６４、第２の電磁弁１７２、１７６、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆ、及び第４の電磁弁１８９に駆動電流を出力し、第１の電磁弁１６４、第２の電磁弁１７２、１７６、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆ及び第４の電磁弁１８９を個別にＯＮ／ＯＦＦ制御する。

【０１０３】

本例の制御器１４０は、第１の電磁弁１６４、第２の電磁弁１７２、１７６及び第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆを個別にＯＮ／ＯＦＦ制御する簡単な制御であり、特別な制御装置が不要であるため、プレス機械１０の制御器の一部（ＰＬＣ：programmable logic controller）を流用したり、プレス機械の周辺装置や金型に付随する装置を駆動する為にお客様に開放されているプレス機械のカムスイッチ等を適用したりすることができ、スライドクッション装置１００のコストアップにはならない。

【０１０４】

尚、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆのうちのスライドクッション圧力作用時に使用される油圧シリンダに対応する第３の電磁弁は、終始励磁（ＯＮ制御）され、スライドクッション圧力作用時に使用される油圧シリンダの加圧室をクッション圧力発生ライン１５２に接続し、他の第３の電磁弁は、終始消磁（ＯＦＦ制御）され、スライドクッション圧力作用時に使用されない油圧シリンダの加圧室をシステム圧力作用ライン１５４に接続する。従って、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆの代わりに、手動式の切換弁を使用することができる。

【０１０５】

また、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆは、スライドクッション装置１００において、必須の構成要件ではなく、油圧シリンダ群１１０の各圧力室をクッション圧力発生ライン１５２に直接接続するようにしてもよい。但し、第３の電磁弁１１６ａ～１１６ｆを使用することにより、スライドクッション圧力作用時に使用しない油圧シリンダの加圧室をクッション圧力発生ライン１５２から切り離す（システム圧力作用ライン１５４に接続する）ことができ、これによりスライドクッション圧力作用時に加圧される作動油の容積を少なくし、クッション圧力の応答性を向上させることができる利点がある。

【０１０６】

制御器１４０は、主としてスライド１４の下降期間にロジック弁１５８のパイロットポートにパイロット圧力が印加されるように第１の電磁弁１６４を制御（ＯＦＦ制御）し、

10

20

30

40

50

スライド 14 の上昇期間に第 2 の電磁弁 172、176 が開くように第 2 の電磁弁 172、176 を制御（ON 制御）する。また、制御器 140 は、スライドクッション圧力作用開始前の所定の期間（スライドクッション用油圧装置 150 のシステム圧力が最小値となる所定の期間）、第 4 の電磁弁 189 を ON 制御し、リリーフ弁 186 及び第 4 の電磁弁 189 を介して、増加した圧油の先行加圧油量排出ライン 157 への排出を可能にする。

【0107】

尚、制御器 140 による第 1 の電磁弁 164、第 2 の電磁弁 172、176 及び第 4 の電磁弁 189 の具体的な ON/OFF 制御のタイミングの詳細については後述する。また、制御器 140 は、クランク軸に設けたエンコーダにより検出されるクランク角度に応じて、第 1 の電磁弁 164、第 2 の電磁弁 172、176 及び第 4 の電磁弁 189 を ON/OFF 制御するようにしてもよい。

【0108】

《プレス機械の 1 サイクル期間におけるスライドクッション装置の機能》

次に、プレス機械 10 の 1 サイクル期間におけるスライドクッション装置 100 の各機能について説明する。

【0109】

図 9（A）は、プレス機械 10 の 1 サイクル期間におけるスライド 14 の位置（スライド位置）、スライドクッション位置、ダイクッションパッド 210 の位置（ダイクッション位置）、スライドクッション圧力、システム圧力、及びダイクッション圧力を示す波形図である。ここで、図 9（A）に示したスライドクッション位置は、スライドクッションパッドとして機能する油圧シリンダのピストン部材 112 の位置を表している。そして、ピストン部材 112 がシリンダ部 114 の下端に位置している場合には、スライドクッション位置とスライド位置とは同じ位置として表され、スライド 14 が下死点に位置する場合には、スライドクッション位置とスライド位置との相対的な変位量が最大になることが表されている。

【0110】

図 9（B）～（E）は、それぞれ第 1 の電磁弁 164、第 2 の電磁弁 172、176、第 4 の電磁弁 189 及び後述する第 2 の切換弁 268 の ON/OFF のタイミングを示すタイミングチャートである。

【0111】

また、本実施形態では、15 基の油圧シリンダ群 110 のうちのスライドクッション圧力作用に使用する油圧シリンダは、9 基の油圧シリンダ（油圧シリンダ 110 a、110 d、110 e、油圧シリンダ 110 k、110 m、110 o、油圧シリンダ 110 f、110 i、110 j（図 4 参照））であり、加圧部材 120 に配設されるスライドクッションピン 122 は、上記 9 基の油圧シリンダと一対一に対応する本数（9 本）及び位置に調整されて配置されている。

【0112】

また、電磁弁群 116（第 3 の電磁弁 116 a～116 f）のうち、油圧シリンダ 110 a、110 d、110 e、油圧シリンダ 110 k、110 m、110 o 及び油圧シリンダ 110 f、110 i、110 j に対応する第 3 の電磁弁 116 a、116 e、116 f は、終始励磁され、他の油圧シリンダに対応する第 3 の電磁弁 116 b、116 c、116 d は終始消磁されている。

【0113】

＜スライドー上死点（運転開始時（停止時）、又は運転中の上死点通過時）＞

スライド 14 が上死点に位置する時、第 2 の電磁弁 172、176 のうちの少なくとも一方（本例では、第 2 の電磁弁 176）が励磁（ON 制御）され（図 9（D））、アキュムレータ 156 が接続されているシステム圧力作用ライン 154 は、第 2 の電磁弁 176、クッション圧力発生ライン 152、及び励磁状態の第 3 の電磁弁 116 a、116 e、116 f を介して選択された 9 基の油圧シリンダ 110 a、110 d、110 e、油圧シリンダ 110 k、110 m、110 o、油圧シリンダ 110 f、110 i、110 j の各

加圧室に通じている。

【0114】

この状態でシステム圧力作用ライン154には約9MPaのシステム圧力が作用している。システム圧力作用ライン154は、スライドクッション用油圧装置150上で最低圧部であるが、油圧ポンプ（のケースドレン部、及びオイルシール部）等、強度（構造）上の圧力値制限を有する（許容圧力が低い）機器が配備されていない為、配管路の強度確保次第で大きなシステム圧力（本例では9MPa）を作用させることが可能である。この作用は（後述するが）、効率良くかつ応答性高くスライドクッション圧力を昇圧させる。

【0115】

結局、上記9基の油圧シリンダの各加圧室には9MPaが作用している。本スライドクッション装置100は15基の油圧シリンダ群110が配備されており、その全てを使用してシリンダ加圧室に最大使用圧力21MPaを作用させた場合に、最大推力1000kN（仕様上の最大スライドクッション力の1.5倍以上）を作用させることが可能であり、仕様上の最大スライドクッション力は600kN（スライドクッションピンを選定して使用可能な最大スライドクッション力は600kN）の仕様である。

【0116】

各油圧シリンダのシリンダ部114の面積をA（ m^2 ）とすると、 $21(\text{MPa}) \times 15(\text{基}) \times A(\text{m}^2) = 1000(\text{kN})$ から、 $A = 1000 / (21 \times 15)$ である。

【0117】

したがって、9基の油圧シリンダの加圧室に9MPaが作用している状態では、 $9(\text{MPa}) \times 9(\text{基}) \times A = 257(\text{kN})$ 、即ち、約257kNの力がピストン部材112を介して油圧シリンダ（機械）限に作用している。本例では、選定した9ヶ所（9本）のスライドクッションピン122を使用して、成形時に500kN（17.5MPa相当）のスライドクッション力を作用させる予定（方針）であり、不要な6ヶ所（6本）のスライドクッションピン122は使用せず（クッションピン孔115に挿入せず）、第3の電磁弁116b、116c、116dは励磁されず、油圧シリンダ110b、110d、110g、110i、110l、110nの加圧室は、サイクル中（成形中も非成形中も）終始システム圧力作用ライン154に通じている。こうすることでスライドクッション圧力を作用させる場合に、余計なシリンダ加圧室の容積を加圧する無駄を省くことが可能になり、スライドクッション圧力の昇圧応答時間の短縮化を助長する。

【0118】

<スライドー下降（成形前）>

成形開始（加圧部材120が材料（ブランク）30に接触する）前のある（予め設定された）スライド位置に到達すると、第2の電磁弁176を励磁解除（OFF制御）する（図9（D））。この状態では、スライドクッション圧力作用に使用する9基の油圧シリンダの加圧室に9MPaが作用している状態は不変である。

【0119】

<スライドー下降（成形開始→成形完了）>

[スライドクッション圧力作用]

スライド14が下降し、加圧部材120が下金型（パンチ型）22の上面に接し（つつ、ブランクホルダ202に保持され）ている材料30に接触した時点で、プレス成形が開始される。

【0120】

先ず、加圧部材120の下方方向の動作が拘束され、加圧部材120に連動するスライドクッションピン122を介して、スライドクッションピン122に連動する9基の油圧シリンダのピストン部材112が上方方向に押し戻されようとする。このピストン部材112によって圧縮されたクッション圧力発生ライン152には、ロジック弁158、絞り弁166、絞り弁168、パイロットリリーフ弁160の相乗作用により、スライドクッション圧力17.5MPaが発生する。

【0121】

つまり、ピストン部材 1 1 2 に押し圧されて発生したクッション圧力発生ライン 1 5 2 の圧力を源に絞り弁 1 6 6 から絞り弁 1 6 8、パイロットリリーフ弁 1 6 0 を介してシステム圧力作用ライン 1 5 4 に至る油流（単位時間に流れる圧油の流量）が発生し、それに伴い、絞り弁 1 6 6 と絞り弁 1 6 8 の間（パイロット圧力発生ライン 1 6 2）にロジック弁 1 5 8 のポペット開閉を司るパイロット圧力が発生する。パイロット圧力は、クッション圧力発生ライン 1 5 2 の圧力に応じて発生し、ロジック弁 1 5 8 のポペットには主に、クッション圧力発生ライン側の受圧面積に作用するスライドクッション圧力と、システム圧力作用ライン側の受圧面積に作用するシステム圧力と、第 1 の電磁弁 1 6 4 とを介してパイロット圧力作用ライン側の受圧面積に作用するパイロット圧力と、ロジック弁 1 5 8 内部のバネ力と、ロジック弁 1 5 8 にクッション圧力発生ライン 1 5 2 からシステム圧力作用ライン 1 5 4 に至る圧油の流れを妨げる（弁を閉める）方向に作用する流体力とが、力の均衡を保持すべく作用している。ロジック弁 1 5 8 のポペット位置（開度）は、ピストン部材 1 1 2 の押し戻される速度に応じて（その速度が一定なら、ほぼ一定に）保持され、この一連の作用の中でスライドクッション圧力は発生する。

10

【0 1 2 2】

本例では、予め設定した 5 0 0 k N のスライドクッション力を作用させる為に必要な 1 7 . 5 M P a に相当するパイロット圧力を作用させるべくパイロットリリーフ弁 1 6 0 を調整している。この時、スライドクッション圧力は予め作用している 9 M P a から 1 7 . 5 M P a に至る差圧分 8 . 5 M P a を作用させれば良く、スライドクッション圧力の昇圧時間を短縮化することができる。

20

【0 1 2 3】

この作用は、スライドクッション用油圧装置 1 5 0 （のクッション圧力発生ライン 1 5 2 と最低圧部であるシステム圧力作用ライン 1 5 4 との間）に油圧ポンプを有していない（配備していない）特徴によって、低圧部に作用させることが可能な圧力値（強度上）の制約を受けない為に実現できる。しかも、油圧ポンプを駆動する余計な動力を要せずに実現可能になる為、高効率である。この作用は、後述する（スライドクッション圧力と）ほぼ同タイミングに作用するダイクッション力に対して、確実に先行して昇圧させる為にも重要である。

【0 1 2 4】

〔ダイクッション圧力作用〕

30

更にスライド 1 4 を（やや）下降し、上金型（ダイス型）2 0 が材料 3 0 を介してブランクホルダ 2 0 2 に接触した時点（スライドクッション圧力が作用開始し、7 5 % 程度昇圧完了した昇圧過程終盤の時点）で、ダイクッション圧力が作用開始する。尚、ダイクッション圧力の制御は、本発明に係る制御ではないが、後で簡単に説明する。

【0 1 2 5】

そして、先行して作用したスライドクッション力によって加圧部材 1 2 0 と下金型 2 2 の凸部との間で材料 3 0 を挟むように加圧しながら、ダイクッション力によってブランクホルダ 2 0 2 と上金型 2 0 の輪郭部との間で材料 3 0 の輪郭を挟むように加圧しながら、材料 3 0 は金型（上金型 2 0、加圧部材 1 2 0、下金型 2 2、ブランクホルダ 2 0 2）の形状に応じて、絞り成形要素を主とした成形が、スライド 1 4 が下死点に至るまで行われる。成形は、ダイクッション力によって主な（筒外面に）絞り皺が発生しないように、かつ、スライドクッション力によって絞り成形中に（部分的に）皺や亀裂等の不具合が生じないように促進される。

40

【0 1 2 6】

《スライドー上昇》

＜スライドクッション脱圧→ロッキングと平行してダイクッション脱圧→ロッキング＞

〔スライドクッション脱圧〕

スライド 1 4 が下降し、下死点あるいはその僅か手前（下死点近傍）に至った時点で、第 1 の電磁弁 1 6 4 を ON させると（図 9（B））、ロジック弁 1 5 8 のポペットは（ポペットを閉ざす方向に作用していたパイロット圧力がシステム圧力作用ライン 1 5 4 に開

50

放される為) 開く方向に移動し、スライドクッション圧力は、システム圧力(第1のシステム圧力)よりやや大きい第2のシステム圧力(第1のシステム圧力とロジック弁158のバネ力相当のクラッキング圧との総和に等しい圧力)まで脱圧(低下)する。この段階でロジック弁158のポペットは閉じる。

【0127】

スライドクッション圧力が第2のシステム圧力まで脱圧する時点で、ほぼ同期して、ダイクッション圧力も(0.5MPa程度の低圧値まで)脱圧し、スライド下死点位置以下の(下死点近傍)位置で停止する(ロックングする)。

【0128】

[スライドクッションロックング]

スライド14が下死点から上昇に転じ、下死点から若干量(1mm前後)上昇すると、スライドクッション圧力は、ロジック弁158が閉じてシステム圧力作用ライン154から遮断されている作用とピストン部材112がスライドクッションピン122を介して押圧される力が開放される作用とによって、ほぼ0MPaまで脱圧し(低下し)、スライド位置1mm前後の(下死点近傍)位置に停止する(ロックングする)。

【0129】

[スライドクッション装置による上金型から成形品の押し出し(突き落とし)]

スライド14が更に上昇し、下死点から10mmに達した時点で、第2の電磁弁172、176をON制御すると(図9(C),(D))、クッション圧力発生ライン152にはシステム圧力作用ライン154のシステム圧力(9MPa)が絞り弁170、174を介して通じ、システム圧力作用ライン154からクッション圧力発生ライン152に油流が生じ、ピストン部材112は(製品高さが約70mmある)製品を下方に押し出す(突き落とす)べく作用する。押し出す過程で(押し出し)ストロークのうちの3/4ストロークした時点で第2の電磁弁172をOFF制御して押し出し速度を減速し、スライド14が丁度80mm程度に上昇した時点で、ピストン部材112は突出し(機械)限位置に到達する。製品は、下金型22上に“そっと”ショック無く置かれる状態になる。その状態でダイクッションパッド210は、依然としてスライド下死点以下の位置に停止している。

【0130】

[ダイクッション装置200による製品ノックアウト]

スライド14が更に160mm程度に上昇した時点で、ダイクッションパッド210は、ブランクホルダ202を介して製品を初期位置(=ダイクッション開始位置=製品搬送位置)までノックアウトしながら上昇する。

【0131】

このように、先ず、スライドクッション装置100は、加圧部材120と下金型22との間で製品を潰すことなく、スライドクッションパッドとして機能するピストン部材112を下死点近傍で必要最小時間停止させた後、製品を下金型22上に“そっと”降ろし、次に、ダイクッション装置200は、ブランクホルダ202と上金型20との間で製品を潰さないように、ダイクッションパッド210を下死点近傍でさらに停止させた後、製品搬送位置までノックアウトする。

【0132】

<スライド上死点>

スライド14が更に上昇して上死点に至る(戻る)と、この時点で第1の電磁弁164をOFF制御する(図9(B))。

【0133】

油圧駆動の一般的な常識として最も基本的な不可欠な要素と考えられている油圧ポンプは、本スライドクッションのような“バネ”機能の一種を担う特殊な油圧駆動形態においては、諸悪の根源とも考えられる。つまり、加圧する為に油圧ポンプを“油圧ポンプありき”で配備すると、油圧ポンプは強度的に弱い部分を有す為、油圧ポンプを配備する部位の低圧側(吸い込み側)の圧力は、大きくとも1MPa程度が限界になる。そのため必要

10

20

30

40

50

な時に、動力を用いてクッション圧力発生ラインを加圧し不必要な時に脱圧するポンピング作用を機械運転中に繰り返さなければいけない。

【0134】

スライドクッション用油圧装置150のように、油圧ポンプを配備しなければ、低圧側は圧力の制約を受けず、低圧側（のアクムレータ156）に大きな圧力を封じ込められる。この時、封じ込める圧力は“油圧バネ”の初期圧縮量に相当するもので、外部から（クッションとして）力が作用した場合には“油圧バネ”は更に圧縮されて、弾性エネルギーが蓄えられる。そして、（製品を押し出しながら）初期位置に戻る時に、蓄えた弾性エネルギーは放出される。これを機械運転中に繰り返すから効率が良い。即ち、スライドクッション用油圧装置150は、“バネ”だからこそ為しうる油圧ポンプ無しの油圧駆動形態である。

10

【0135】

《ダイクッション用油圧装置》

図10は、図1に示したダイクッション用油圧装置250の実施形態を示す回路図である。尚、このダイクッション用油圧装置250は、特開2006-315074号公報で開示されているものと同等のものであるが、2ポート2位置電磁切換弁（以下、単に「第1の切換弁」という）267と、3ポート2位置電磁切換弁（以下、単に「第2の切換弁」という）268とが追加されている点で相違する。また、本実施形態のダイクッション用油圧装置250は、スライドクッション装置100に対してクッション圧力先行加圧ライン155を介して圧油の供給が可能であり、また、スライドクッション装置100から先行加圧油量排出ライン157を介して排出される作動油を受入する。

20

【0136】

図10に示すようにダイクッション用油圧装置250は、アクムレータ261と、油圧ポンプ／モータ262と、油圧ポンプ／モータ262の回転軸に接続されたサーボモータ263と、リリーフ弁265と、逆止弁266と、第1の切換弁267と、第2の切換弁268と、から構成されている。

【0137】

アクムレータ261は、低圧のガス圧がセットされ、タンクの役割を果たすとともに、逆止弁266を介して略一定の低圧油を、第1の切換弁267及び第2の切換弁268のポートPに供給し、油圧ポンプ／モータ262の駆動時に昇圧される圧油を昇圧しやすくする役割も果す。また、アクムレータ261には、先行加圧油量排出ライン157が接続されている。尚、アクムレータ261に接続される低圧ラインの圧力は、スライドクッション用油圧装置150のシステム圧力作用ライン154のシステム圧力よりも低圧である。

30

【0138】

油圧ポンプ／モータ262の一方のポート（吐出口）は、第1の切換弁267及び第2の切換弁268のポートPに接続され、他方のポートはアクムレータ261に接続されている。油圧ポンプ／モータ262はサーボモータ263により駆動され、第1の切換弁267のポートP及び第2の切換弁268のポートPに圧油を供給する。

【0139】

尚、リリーフ弁265は、異常圧力発生時に動作し、油圧機器の破損を防止する手段として設けられている。また、図10において、269はダイクッション力検出器に相当する圧力検出器であり、この圧力検出器269は、油圧シリンダ220の圧力発生室220aの圧力（ダイクッション圧力）を検出する。

40

【0140】

ここで、第1の切換弁267のソレノイド267aを励磁すると（第1の切換弁267をONすると）、第1の切換弁267は弁開状態になり、油圧ポンプ／モータ262から第1の切換弁267を介して油圧シリンダ220の圧力発生室220aに圧油を供給可能にし、又はダイクッション圧力作用時に油圧シリンダ220の圧力発生室220aから吐出される圧油を、第1の切換弁267を介して油圧ポンプ／モータ262に流入可能にす

50

る。

【0141】

一方、第1の切換弁267のソレノイド267aを消磁すると（第1の切換弁267をOFFすると）、第1の切換弁267は弁閉状態になり、ダイクッションパッド210等の自重に抗してダイクッションパッド210等を保持する。

【0142】

また、第2の切換弁268のソレノイド268aを励磁すると（第2の切換弁268をONすると）、第2の切換弁268は、ポートPからポートA及びクッション圧力先行加圧ライン155を介してスライドクッション用油圧装置150に圧油を供給可能に切り換わる。

10

【0143】

一方、第2の切換弁268のソレノイド268aを消磁すると（第2の切換弁268をOFFすると）、ダイクッション用油圧装置250からスライドクッション用油圧装置150への圧油の供給が遮断される。

【0144】

これらの第1の切換弁267及び第2の切換弁268のON/OFF制御は、例えば、クランク機構のクランク角度を示す信号に基づいて、プレス機械の1サイクル期間のうちのダイクッション装置200が機能するダイクッション機能期間には、第1の切換弁267がON制御されるとともに、第2の切換弁268がOFF制御され、プレス機械の1サイクル期間のうちのダイクッション機能期間以外の期間には、第1の切換弁267がOFF制御されるとともに、第2の切換弁268がON制御される。尚、第2の切換弁268のON/OFFの動作タイミングの詳細については後述する。

20

【0145】

ダイクッション機能期間におけるダイクッション力制御は、予め設定されたダイクッション圧力指令と圧力検出器269により検出された油圧シリンダ220の圧力発生室220aの圧力（ダイクッション圧力）とに基づいて、ダイクッション圧力がダイクッション圧力指令に対応する圧力になるようにサーボモータ263のトルクを制御することにより行われる。尚、このダイクッション力制御は、特開2006-315074号公報で開示されている制御と同様に行われ、また、本発明の特徴部分ではないため、その詳細な説明は省略する。

30

【0146】

スライドクッション用油圧装置150は、外部油圧装置から圧油が供給されなくても機能し得るが、スライドクッション圧力作用開始前であって、第1の電磁弁164、第2の電磁弁172、176の全てがOFFのときに、外部油圧装置（本例のダイクッション用油圧装置250）からクッション圧力先行加圧ライン155を介して圧油を供給すると、クッション圧力発生ライン152（即ち、油圧シリンダの加圧室）はシステム圧力（本例では、9MPa）よりも高い圧力に先行して加圧される。これにより、スライドクッション圧力作用時に油圧シリンダの各加圧室の圧力が所望のクッション圧力（本例では、17.5MPa）に昇圧するまでの昇圧応答時間をより短縮化することができる。

【0147】

40

この時、クッション圧力先行加圧ライン155から流入した作動油は、サイクルを通してリリーフ弁186、第4の電磁弁189を介して先行加圧油量排出ライン157を通じてダイクッション用油圧装置250（の低圧ライン）に排出される。

【0148】

クッション圧力先行加圧ライン155を介して圧油の供給を可能にする第2の切換弁268と、先行加圧油量排出ライン157を介して増加した圧油の排出を可能にする第4の電磁弁189との作動タイミング例を、それぞれ図9（E）及び（F）に示す。

【0149】

外部油圧装置（本例のダイクッション用油圧装置250）からクッション圧力先行加圧ライン155を介して先行加圧用の作動油が供給されると、スライドクッション用油圧装

50

置 1 5 0 内の作動油の油量が増加（システム圧力が増加）するが、増加した作動油は、リリース弁 1 8 6 及び第 4 の電磁弁 1 8 9（図 5）を介して、先行加圧油量排出ライン 1 5 7 から排出される。

【0 1 5 0】

ここで、スライドクッション用油圧装置 1 5 0 のシステム圧力は、スライドクッション圧力作用時に増加し、増加するシステム圧の最大値は、スライドクッションストローク（使用される金型毎に決定する）に依存する。

【0 1 5 1】

一方、スライドクッション用油圧装置 1 5 0 のシステム圧力の最小値は、スライドクッションストロークに依存せず、クッション待機状態（非成形時＝非ストローク時）において一定値を示す。

10

【0 1 5 2】

そこで、スライドクッション用油圧装置 1 5 0 のシステム圧力が最小となる期間であるクッション待機状態時に、圧油をリリースさせて先行加圧用の作動油により増加するシステム圧を一定値に保持する。

【0 1 5 3】

クッション待機状態は、少なくともプレス機械のクランク角度が 0（上死点）から 90 度の範囲において生じる為、図 9（E）に示すように、この期間内に第 4 の電磁弁 1 8 9 を開くようにカムスイッチ等を使用して ON 制御し、圧油をリリースさせる。この時、上流のリリース弁 1 8 6 のリリース設定圧は、スライドクッション用油圧装置 1 5 0 のシステム圧力（最小値）にセットする。

20

【0 1 5 4】

また、先行加圧用の作動油は、スライドクッション圧力作用開始前であって、第 2 の電磁弁 1 7 2、1 7 4 が OFF の期間内に供給する必要がある。従って、ダイクッション用油圧制御装置 2 5 0 は、図 9（F）に示すように上記期間内に第 2 の切換弁 2 6 8 を ON 制御し、先行加圧用の作動油を供給する。

【0 1 5 5】

〔その他〕

スライドクッション圧力作用時において、ロジック弁 1 5 8 によりスライドクッション圧力の圧油がシステム圧力に開放される場合は、ロジック弁 1 5 8 による圧油の絞り作用により作動油が発熱する。

30

【0 1 5 6】

本例では、図 5 に示すように表面積の大きなアキュムレータ 1 5 6 に送風して、アキュムレータ 1 5 6（作動油）を冷却する冷却装置 1 7 8 が設けられている。尚、冷却装置 1 7 8 は、ファンによる空冷式冷却装置であるが、これに限らず、冷却水を循環させて作動油を冷却する水冷式冷却装置でもよい。また、スライドクッション装置 1 0 0 の使用頻度が低い場合には、冷却装置を設けずに、自然放熱だけでも対応可能であり、より安価な装置とすることができる。

【0 1 5 7】

主機能であるスライドクッション圧作用に伴い、ロジック弁 1 5 8 を介してクッション圧力発生ライン 1 5 2 からシステム圧力作用ライン 1 5 4 に流れる圧油のエネルギー（弁を通過する単位時間あたりの油量と、クッション圧力とシステム圧との差圧の積に比例するエネルギー）は全て熱に変換されるが、このスライドクッション用油圧装置 1 5 0 には油圧ポンプが配備されておらず、油圧ポンプに関する補助機能に伴い発生する熱は無い。正味必要な損失分だけが熱に変換させる為、冷却設備は軽微なもので済む。

40

【0 1 5 8】

また、本実施形態では、油圧シリンダ群が内部に一体成形される板材（ブロック）は、スライド直下に配設された板材であるが、スライド（の一部）を構成する板材でもよい。更に板材の内部に一体成形される油圧シリンダ群の数及び配置は、図 3 に示した実施形態に限らず、種々の数及び配置が可能であるが、油圧シリンダ群の数は 1 0 以上が好ましい

50

。

【0159】

また、本実施形態では、スライドクッション装置の作動液として油を使用した場合について説明したが、これに限らず、水やその他の液体を使用してもよい。即ち、本願実施例においては、油圧シリンダ、スライドクッション用油圧装置を使用した形態で説明したが、これらに限定されるものではなく、水やその他の液体を使用した液圧シリンダ、スライドクッション用液圧装置を本発明において使用できることは言うまでもない。

【0160】

更に、本発明に係るスライドクッション装置は、クランクプレスに限らず、機械式プレスを筆頭に油圧プレスなど、あらゆる種類のプレス機械に適用することができ、要はプレス・スライドを上下動させて材料をプレス成形するものであれば、如何なるものでもよい。

10

。

【0161】

また、本発明は、上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいことは言うまでもない。

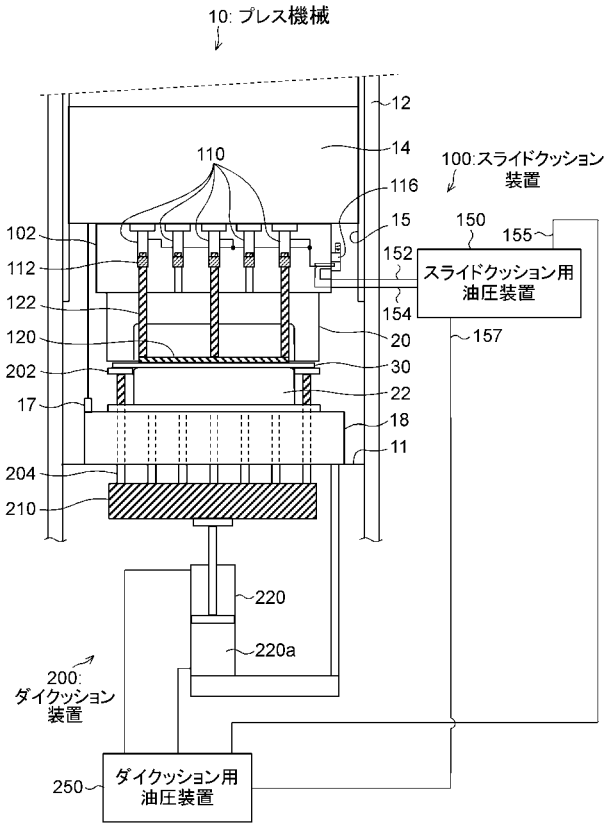
【符号の説明】

【0162】

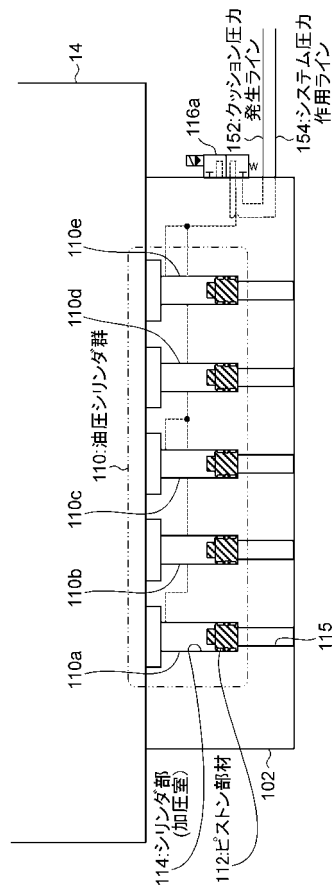
10…プレス機械、14…スライド、20…上金型、22…下金型、30…材料、100…スライドクッション装置、102…板材、110…油圧シリンダ群、110a～110o…油圧シリンダ、112…ピストン部材、114…シリンダ部、115…クッションピン孔、116…電磁弁群、116a～116f…第3の電磁弁、120…加圧部材、122…スライドクッションピン、140…制御器、150…スライドクッション用油圧装置、152…クッション圧力発生ライン、154…システム圧力作用ライン、155…クッション圧力先行加圧ライン、156…アキュムレータ、157…先行加圧油量排出ライン、158…ロジック弁、160…パイロットリリーフ弁、164…第1の電磁弁、172、176…第2の電磁弁、190…給油装置、200…ダイクッション装置、202…ブランクホルダ、204…ダイクッションピン、210…ダイクッションパッド、250…ダイクッション用油圧装置

20

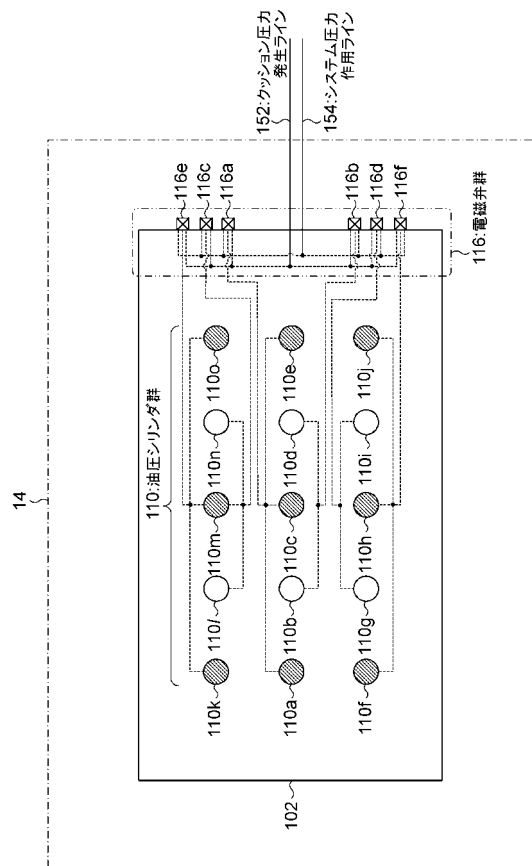
【図 1】



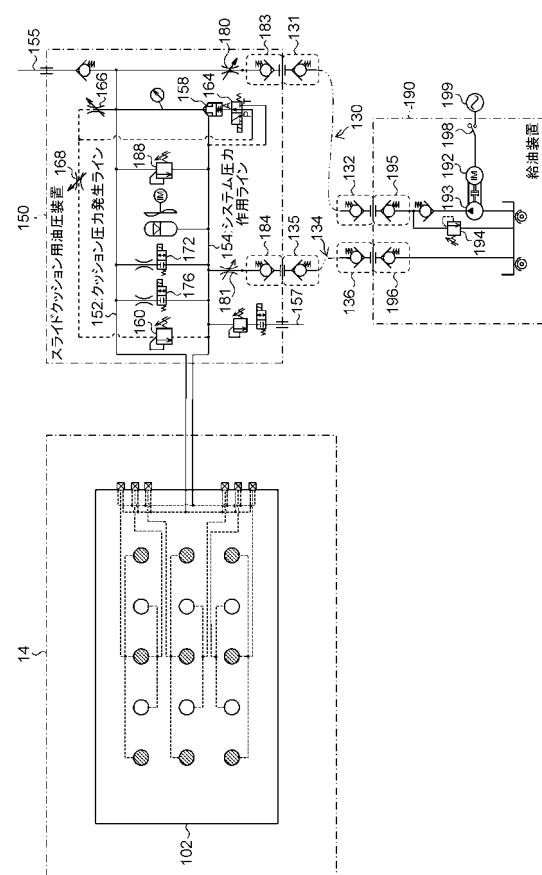
【圖 2】



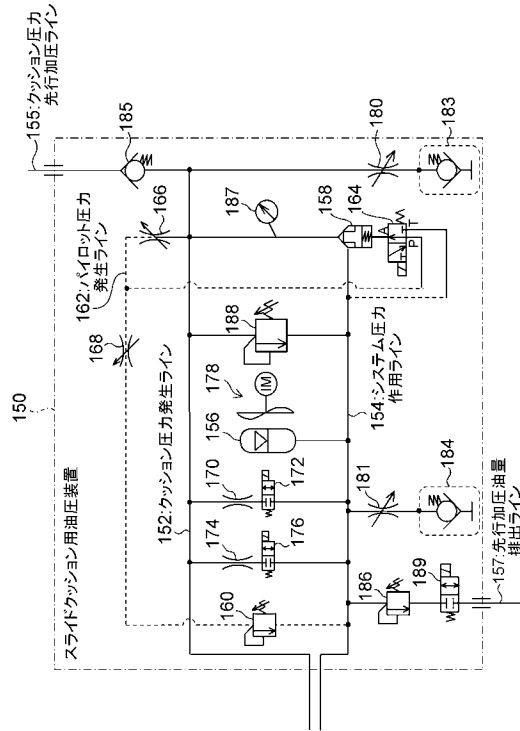
【図 3】



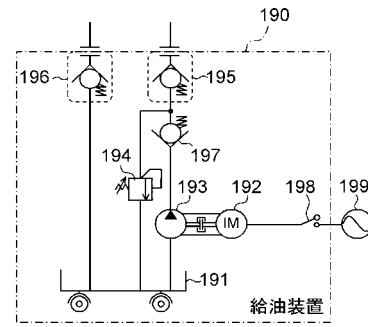
【 図 4 】



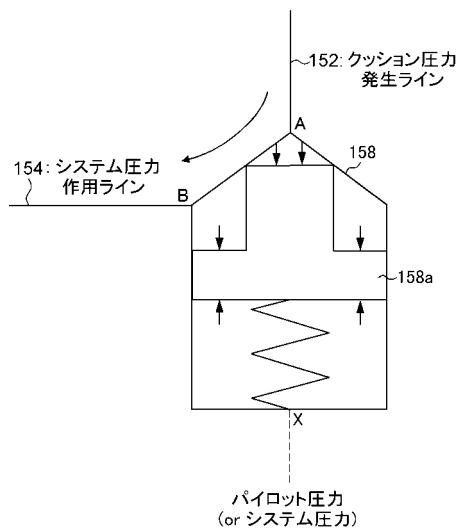
【図 5】



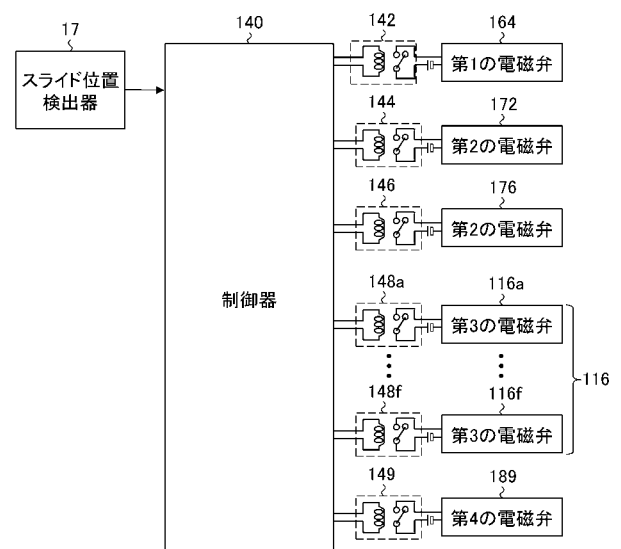
【図 6】



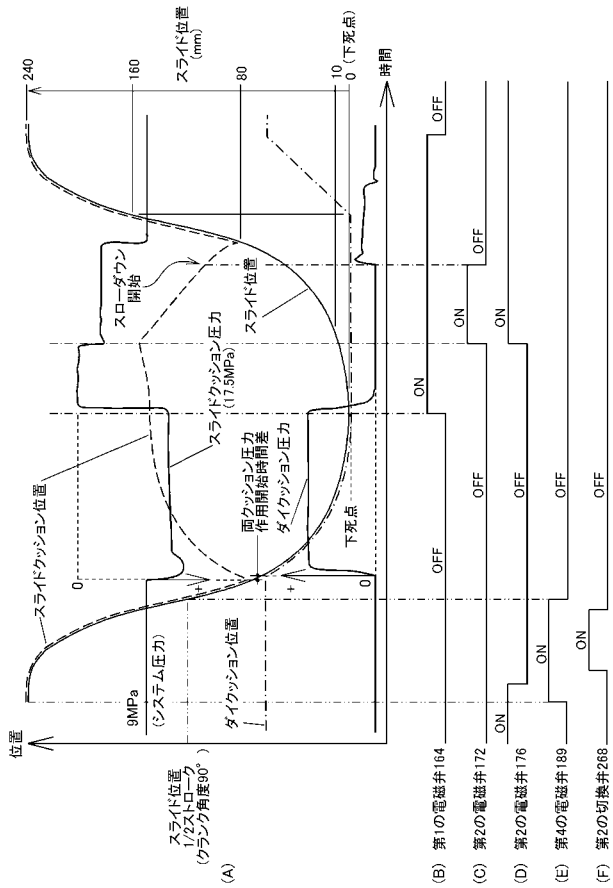
【図 7】



【図 8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

