(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7542151号
(P7542151)

(45)発行日　令和6年8月29日(2024.8.29)

(24)登録日　令和6年8月21日(2024.8.21)

(51)国際特許分類			FI		
B30B	*13/00*	*(2006.01)*	B30B	13/00	C
B30B	*15/14*	*(2006.01)*	B30B	15/14	B
B30B	*15/26*	*(2006.01)*	B30B	15/26	
B30B	*15/00*	*(2006.01)*	B30B	15/00	B
B21D	*43/02*	*(2006.01)*	B21D	43/02	D

請求項の数　5　（全24頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2023-533190(P2023-533190)
(86)(22)出願日　令和4年7月7日(2022.7.7)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/026990
(87)国際公開番号　WO2023/282332
(87)国際公開日　令和5年1月12日(2023.1.12)
審査請求日　令和5年11月22日(2023.11.22)
(31)優先権主張番号　特願2021-113520(P2021-113520)
(32)優先日　令和3年7月8日(2021.7.8)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　390014672
株式会社アマダ
神奈川県伊勢原市石田２００番地
(73)特許権者　000128876
株式会社アマダプレスシステム
神奈川県伊勢原市石田２００番地
(74)代理人　100083806
弁理士　三好 秀和
(74)代理人　100111235
弁理士　原 裕子
(74)代理人　100170575
弁理士　森 太士
(72)発明者　五島 紘一
神奈川県伊勢原市石田２００番地
審査官　豊島 唯

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　プレス機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

送り装置から間欠的に送り出されて加工位置にある材料をプレス加工する金型が取り付けられ、垂直方向に移動可能なスライドと、

駆動部から伝達された回転により回転運動するクランク軸と、

回転中心から偏心した位置にある前記クランク軸の偏心部に連結され、前記クランク軸の回転運動を直線運動に変換することで前記スライドを垂直方向に往復運動させるコネクティングロッドと、

前記スライドが前記材料を加工可能な加工領域と、前記加工領域を除く非加工領域とが前記クランク軸の回転角度を基準に定義され、前記クランク軸の回転角度に基づいて前記クランク軸の回転速度を制御する制御部と、

前記非加工領域を前記クランク軸が回転している間に前記加工位置に送られる前記材料の送り量に対応する物理量が設定される設定部と、

前記設定部に設定された前記物理量に対応する前記材料の前記加工位置への送り時間と、前記クランク軸の回転角度が前記非加工領域において前記加工位置に対する前記材料の送り開始時の位置から前記スライドと前記材料との干渉チェック位置まで回転するのに要する干渉チェック時間とを演算する演算部と、

前記送り時間が前記干渉チェック時間を超える場合に、前記干渉チェック時間が前記送り時間以上となるように、前記非加工領域において前記クランク軸が回転している間に前記制御部によって実行される前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容を決定する決

定部と、を備え、
前記決定部が決定した前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容は、前記駆動部による前記クランク軸の回転の動作倍率Ｒの値であり、前記決定部は、前記動作倍率Ｒの値を、前記送り時間Ｔが前記干渉チェック時間Ｔ′以下となる場合よりも低い値に決定し、
前記クランク軸の停止時間Ｔｓが設定されている場合に、前記動作倍率Ｒの値は、
Ｒ≦Ｔ′／（Ｔ－Ｔｓ）×１００
を満たす値となるプレス機器。
【請求項２】
送り装置から間欠的に送り出されて加工位置にある材料をプレス加工する金型が取り付けられ、垂直方向に移動可能なスライドと、
駆動部から伝達された回転により回転運動するクランク軸と、
回転中心から偏心した位置にある前記クランク軸の偏心部に連結され、前記クランク軸の回転運動を直線運動に変換することで前記スライドを垂直方向に往復運動させるコネクティングロッドと、
前記スライドが前記材料を加工可能な加工領域と、前記加工領域を除く非加工領域とが前記クランク軸の回転角度を基準に定義され、前記クランク軸の回転角度に基づいて前記クランク軸の回転速度を制御する制御部と、
前記非加工領域を前記クランク軸が回転している間に前記加工位置に送られる前記材料の送り量に対応する物理量が設定される設定部と、
前記設定部に設定された前記物理量に対応する前記材料の前記加工位置への送り時間と、前記クランク軸の回転角度が前記非加工領域において前記加工位置に対する前記材料の送り開始時の位置から前記スライドと前記材料との干渉チェック位置まで回転するのに要する干渉チェック時間とを演算する演算部と、
前記送り時間が前記干渉チェック時間を超える場合に、前記干渉チェック時間が前記送り時間以上となるように、前記非加工領域において前記クランク軸が回転している間に前記制御部によって実行される前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容を決定する決定部と、を備え、
前記決定部が決定した前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容は、前記駆動部による前記クランク軸の回転の動作倍率Ｒの値であり、前記決定部は、前記動作倍率Ｒの値を、前記送り時間Ｔが前記干渉チェック時間Ｔ′以下となる場合よりも低い値に決定し、
前記クランク軸の停止時間Ｔｓが設定されている場合に、前記動作倍率Ｒの値は、
Ｒ≦（Ｔ′＋Ｔｓ）／Ｔ×１００
を満たす値となるプレス機器。
【請求項３】
前記制御部は、
前記非加工領域において前記クランク軸が回転している間、前記決定部が決定した前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容で前記駆動部を制御し、
前記加工領域において前記クランク軸が回転している間、前記決定部が決定した前記クランク軸の回転速度に対する制御でなく通常制御の内容で前記駆動部を制御する請求項１又は２に記載のプレス機器。
【請求項４】
前記決定部が決定した前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容は、前記非加工領域において前記クランク軸が回転している間の前記クランク軸の最高回転速度であり、前記決定部は、前記最高回転速度を、前記送り時間が前記干渉チェック時間以下となる場合よりも低い速度に決定する請求項１又は２に記載のプレス機器。
【請求項５】
前記駆動部は、前記クランク軸を限定された一部の回転角度範囲で正転と逆転とを連続して往復させて、前記スライドを垂直方向に往復運動させる請求項１～４のいずれか１項に記載のプレス機器。
【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明は、プレス機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、送り装置から送り出された材料をプレス機器のスライドに取り付けた金型で加工する加工システムが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１８－１７６２０４号公報
【発明の概要】
【０００４】
送り装置内の材料は、送り装置の能力に対応した送り速度でプレス機器に送られる。送り装置からプレス機器への材料の送り量は、プレス機器が材料を加工して製造する製品サイズによって設定される。プレス機器の加工速度と比較して、製品サイズに拘わらず材料の送り速度が遅い場合、あるいは、製品サイズにより材料の送り量が大きく材料の送り速度では間に合わない場合、プレス機器のスライダが材料の非加工領域において昇降している間に、送り装置が材料を送り終えることができなくなる可能性がある。
【０００５】
スライダの非加工領域における昇降中に送り装置が材料を送り終えることができない場合、操作者はプレス機器のモーションの設定を変えて対処することができる。但し、操作者がモーションの設定をどのように変えるかは、熟練者の経験に頼るか、あるいは、設定を変えた結果を見ながら設定の変更内容を見直す試行錯誤を繰り返して決めざるを得ない。モーションの設定変更は操作者にとって大きな負担となる可能性がある。つまり、プレス機器の加工速度と比較して材料の送り速度が遅い場合、操作者或いはプレス機器は、そのプレス機器のモーションを最適化するパラメータを容易に得ることができない。
【０００６】
本発明の一態様は、
送り装置から間欠的に送り出されて加工位置にある材料をプレス加工する金型が取り付けられ、垂直方向に移動可能なスライドと、
駆動部から伝達された回転により回転運動するクランク軸と、
回転中心から偏心した位置にある前記クランク軸の偏心部に連結され、前記クランク軸の回転運動を直線運動に変換することで前記スライドを垂直方向に往復運動させるコネクティングロッドと、
前記スライドが前記材料を加工可能な加工領域と、前記加工領域を除く非加工領域とが前記クランク軸の回転角度を基準に定義され、前記クランク軸の回転角度に基づいて前記クランク軸の回転速度を制御する制御部と、
前記非加工領域を前記クランク軸が回転している間に前記加工位置に送られる前記材料の送り量に対応する物理量が設定される設定部と、
前記設定部に設定された前記物理量に対応する前記材料の前記加工位置への送り時間と、前記クランク軸の回転角度が前記非加工領域において前記加工位置に対する前記材料の送り開始時の位置から前記スライドと前記材料との干渉チェック位置まで回転するのに要する干渉チェック時間とを演算する演算部と、
前記送り時間が前記干渉チェック時間を超える場合に、前記干渉チェック時間が前記送り時間以上となるように、前記非加工領域において前記クランク軸が回転している間に前記制御部によって実行される前記クランク軸の回転速度に対する制御の内容を決定する決定部と、
を備えるプレス機器である。
【０００７】

本発明の一態様では、駆動部は、クランク軸及びコネクティングロッドを介して、材料をプレス加工する金型が取り付けられるスライドを垂直方向に往復運動させる。プレス加工する材料を送り装置から金型による加工位置に間欠的に送るのに要する、材料の送りの開始から終了までの送り時間が、設定部に設定される物理量により求まる。材料の非加工領域をスライドが垂直方向に往復運動している間に、クランク軸が材料の送り開始時の位置からスライドと材料との干渉チェック位置まで回転するには、干渉チェック時間を要する。設定部の物理量から求めた送り時間が干渉チェック時間を超えると、非加工領域を回転しているクランク軸に伴って、非加工領域を垂直方向に往復運動中のスライドが、干渉チェック位置において、送り中の材料と干渉することになる。

【０００８】

送り時間が干渉チェック時間を超える場合、クランク軸が非加工領域を回転している間にクランク軸の回転速度に対する制御の内容を変更することで、材料の送り開始時の位置から干渉チェック位置までのクランク軸の回転に要する時間を増やすことができるので、干渉チェック時間が長くなる。クランク軸の回転速度に対する制御の内容次第で、干渉チェック時間を、送り時間以上の長さにすることもできる。送り時間が干渉チェック時間を超える場合に決定部が決定する、クランク軸の回転速度に対する制御の内容は、その内容で駆動部がクランク軸を回転させることで、送り時間以上の長さに干渉チェック時間を長くすることができる内容となる。

【０００９】

本発明の一態様によれば、プレス機器の加工速度と比較して材料の送り速度が遅い場合であっても、操作者の経験に頼ることなく、プレス機器がそのプレス機器のモーションを最適化するパラメータを容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１Ａ】図１Ａは、本発明の実施形態に係るプレス機器を備えるプレス加工システムの説明図である。

【図１Ｂ】図１Ｂは、図１Ａのプレス加工システムのプレス機器及び送り装置の制御系の構成の概略を示すブロック図である。

【図１Ｃ】図１Ｃは、図１Ａのプレス機器の構成の概略を示す説明図である。

【図１Ｄ】図１Ｄは、図１Ｃのクランク軸のエキセントリック構造を説明するための図である。

【図２Ａ】図２Ａは、図１Ｃのクランク軸の回転角度とプレス機器の加工工程との関係を一方向に回転するモーションの場合について示す説明図である。

【図２Ｂ】図２Ｂは、図１Ｃのクランク軸の回転角度とプレス機器Ｓの加工工程との関係を正転と逆転を連続して行うモーションにおける第１モーションの場合について示す説明図である。

【図２Ｃ】図２Ｃは、図１Ｃのクランク軸の回転角度とプレス機器Ｓの加工工程との関係を正転と逆転を連続して行うモーションにおける第２モーションの場合について示す説明図である。

【図３Ａ】図３Ａは、図１Ａの送り装置からプレス機器への金属材料の送り速度と送り時間との関係を示すグラフである。

【図３Ｂ】図３Ｂは、図１Ａの送り装置からプレス機器への金属材料の送り速度と送り時間との関係を示すグラフである。

【図４】図４は、図１Ａのプレス機器のモーションパターンとクランク軸の動作とを示すグラフである。

【図５】図５は、図４の非加工領域におけるクランク軸の動作パターンをクランク軸の回転動作の動作倍率を変更する前と変更した後とで比較して示すグラフである。

【図６Ａ】図６Ａは、図１Ｂのプレス機器の演算装置が行う処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図６Ｂ】図６Ｂは、図１Ｂのプレス機器の演算装置が行う処理の手順の一例を示すフロ

ーチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。各図面を通じて同一あるいは同等の部位、又は構成要素には、同一の符号を付している。
【００１２】
以下に示す実施形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置等を例示するものである。この発明の技術的思想は、各構成要素の材質、形状、構造、配置、機能等を下記のものに特定するものでない。
【００１３】
図面を参照して、本発明の実施形態に係るプレス機器を説明する。図１Ａは、本発明の実施形態に係るプレス機器Ｓを備えるプレス加工システムの説明図である。図１Ｂは、図１Ａのプレス加工システムのプレス機器Ｓ及び送り装置ＦＤの制御系の構成の概略を示すブロック図である。図１Ｃは、図１Ａのプレス機器Ｓの構成の概略を示す説明図である。図１Ａ～１Ｃに示すように、本発明の実施形態に係るプレス機器Ｓは、
送り装置ＦＤから間欠的に送り出されて加工位置にある材料ＷＳをプレス加工する金型３ａが取り付けられ、垂直方向に移動可能なスライド１２と、
駆動部４から伝達された回転により回転運動するクランク軸８と、
回転中心から偏心した位置にある前記クランク軸８の偏心部に連結され、前記クランク軸８の回転運動を直線運動に変換することで前記スライド１２を垂直方向に往復運動させるコネクティングロッド１０と、
前記スライド１２が前記材料ＷＳを加工可能な加工領域と、前記加工領域を除く非加工領域とが前記クランク軸８の回転角度を基準に定義され、前記クランク軸８の回転角度に基づいて前記クランク軸８の回転速度を制御する制御部と、
前記非加工領域を前記クランク軸８が回転している間に前記加工位置に送られる前記材料ＷＳの送り量に対応する物理量が設定される設定部と、
前記設定部に設定された前記物理量に対応する前記材料ＷＳの前記加工位置への送り時間と、前記クランク軸８の回転角度が前記非加工領域において前記加工位置に対する前記材料ＷＳの送り開始時の位置から前記スライド１２と前記材料ＷＳとの干渉チェック位置まで回転するのに要する干渉チェック時間とを演算する演算部と、
前記送り時間が前記干渉チェック時間を超える場合に、前記干渉チェック時間が前記送り時間以上となるように、前記非加工領域において前記クランク軸８が回転している間に前記制御部によって実行される前記クランク軸８の回転速度に対する制御の内容を決定する決定部と、
を備える。
【００１４】
以下、本実施形態のプレス機器Ｓの詳細について説明する。
【００１５】
図１Ａに示すプレス加工システムにおいて、送り装置ＦＤは、フープ材（金属材料）ＷＳをプレス機器Ｓに送り出す。プレス機器Ｓは、送り装置ＦＤからフィードされた金属材料ＷＳをワークＷとして、金型によるプレス加工を行う。
【００１６】
送り装置ＦＤは、例えば、アンコイラ（Uncoiler）３１とレベラフィーダ（Straightener Feeder）３２とを有する構成とすることができる。アンコイラ３１には、金属材料ＷＳをコイル状に巻きつけたコイル材が装着される。アンコイラ３１に装着されたコイル材の金属材料ＷＳは、コイル材の端部から繰り出されてレベラフィーダ３２に送られる。レベラフィーダ３２では、金属材料ＷＳの巻き癖が平らにならされる。平らにならされた金属材料ＷＳは、レベラフィーダ３２からプレス機器Ｓに送られる。
【００１７】
図１Ｂに示すように、送り装置ＦＤは、モータ３３を有している。モータ(motors)３３

とアンプ(amplifiers)３５は、図中では１つのブロックで示されているが、アンコイラ３１及びレベラフィーダ３２にそれぞれ設けられたモータとアンプを表している。モータ３３は、アンコイラ３１及びレベラフィーダ３２による金属材料ＷＳの送り動作の動力源である。

【００１８】

送り装置ＦＤは、演算装置３４及びアンプ３５を有している。演算装置３４は、例えば、数値制御を行うコントローラを用いて構成することができる。演算装置３４は、アンプ３５を介してモータ３３の回転速度を、金属材料ＷＳの送り速度に合わせて制御する。金属材料ＷＳの送り速度は、演算装置３４に入力される送りパラメータにおいて設定することができる。

【００１９】

送りパラメータは、プレス機器Ｓから演算装置３４に入力することができる。送りパラメータは、送り装置ＦＤの記憶装置３６に記憶させることができる。プレス機器Ｓから入力された送りパラメータは、記憶装置３６から読み出して送り装置ＦＤの表示装置３７に表示させることができる。

【００２０】

送りパラメータは、表示装置３７に表示させながら、送り装置ＦＤの入力装置３８から演算装置３４に入力し、記憶装置３６に記憶させてもよい。送りパラメータを入力装置３８から演算装置３４に入力する場合、演算装置３４は、記憶装置３６に記憶させた送りパラメータをプレス機器Ｓの演算装置１４に出力する。

【００２１】

送り装置ＦＤは、プレス機器Ｓとの間で同期用のデジタル信号を受け渡すためのＤＩ（Digital Input）ポート３９及びＤＯ（Digital Output）ポート４１を有している。

【００２２】

送り装置ＦＤは、その送り装置ＦＤ、アンコイラ３１及びレベラフィーダ３２の能力に対応した一番遅い送り速度で金属材料ＷＳを送り出し、プレス機器Ｓに供給する。

【００２３】

図１Ｃに示すように、プレス機器Ｓは、筐体２の内外に、モータ４、伝達機構６、クランク軸８、コネクティングロッド１０、スライド１２、演算装置１４、記憶装置１５、表示装置１６、入力装置１８及びボルスタ２２を有している。

【００２４】

モータ４は、後述するスライド１２を垂直方向に往復運動させる駆動部として機能する。モータ４は、例えば、サーボ制御されるサーボモータである。モータ４は、回転角度及び回転速度が制御されつつ、伝達機構６、クランク軸８、コネクティングロッド１０を介してスライド１２を垂直方向に往復運動させる。モータ４は、伝達機構６を介して、クランク軸８を回転させる。モータ４には、回転角度と回転速度を検知するためのエンコーダ２５が設けられている。

【００２５】

伝達機構６は、例えば、ギア及びベルト等の伝達部材を有しており、モータ４のトルクをクランク軸８へ増幅して伝える減速機の役割を持っている。モータ４への制御信号は演算装置１４から送られる。伝達機構６にも、回転角度と回転速度を検知するためのエンコーダ２５を設けることができる。

【００２６】

クランク軸８及びコネクティングロッド１０は、伝達機構６により伝達された回転をクランク軸８の偏心部を介して垂直方向の往復運動に変換して、スライド１２に伝達する。なお、コネクティングロッド１０の一端は、クランク軸８の偏心部に連結されている。変換された垂直方向の往復運動は、コネクティングロッド１０の他端に連結された連結部材１１を介してスライド１２に伝達される。スライド１２は、コネクティングロッド１０から伝達される力で垂直方向に往復運動する。

【００２７】

図１Ｄは、図１Ｃのクランク軸８のエキセントリック構造を説明するための図である。図１Ｄにおいて、モータ４は、伝達機構６を介してクランク軸８を回転させる。一般的には、エキセントリック構造とは、クランク軸８の回転中心８ａが中心位置Ｃから偏心して回転可能な構造も指すが、本発明では、クランク軸８の回転中心８ａが中心位置Ｃから偏心せず回転する構造を指す事を前提に説明する。以下の説明では、クランク軸８の偏心部８ｂがクランク軸８の回転中心よりも上方にあり、かつコネクティングロッド１０がクランク軸８の回転中心を通るように垂直方向に沿っている状態を、クランク軸８の回転角度が０度であると定義する。コネクティングロッド１０の上端は、クランク軸８の偏心部８ｂに回転自在に連結されている。コネクティングロッド１０の下端には、スライド１２との連結部材１１が取り付けられ、連結部材１１の下部にスライド１２が連結されている。連結部材１１は、支点１３により垂直方向に往復運動可能に支持されている。

【００２８】

図１Ｄにおいてモータ４が駆動し、クランク軸８が時計回り方向ＤＲに回転すると、クランク軸８の偏心部８ｂに連結されているコネクティングロッド１０は、クランク軸８の回転、即ちクランク軸８の回転運動を、垂直方向の往復運動に変換し、連結部材１１に伝達する。コネクティングロッド１０に連結された連結部材１１は、垂直方向に往復運動する。連結部材１１の往復運動に伴って、連結部材１１に連結されているスライド１２も垂直方向に往復運動する。スライド１２の垂直方向の位置は、クランク軸８の回転角度に対応する。クランク軸８の回転角度が０度となるときに、スライド１２が上死点となる。クランク軸８の回転角度が１８０度となるときに、スライド１２が下死点となる。クランク軸８が時計回り方向ＤＲに回転して、０度から１８０度まで回転すると、スライド１２が上死点から下死点に移動する。クランク軸８がさらに時計回り方向ＤＲに回転して、１８０度から３６０度（０度）まで回転すると、スライド１２が下死点から上死点に移動する。スライド１２は、上死点から下死点までの範囲を最大の可動範囲として、この可動範囲の中で往復運動することができる。

【００２９】

なお、クランク軸８の回転によるスライド１２の垂直方向の移動速度は、一定ではない。例えば、クランク軸８が０度及び１８０度を通過する際には、スライド１２の垂直方向の移動速度が遅くなる。

【００３０】

上述したクランク軸８のエキセントリック構造により、演算装置１４は、モータ４の回転角度及び回転速度、即ちクランク軸８の回転角度及び回転速度を制御して、スライド１２の垂直方向の往復運動を制御することができる。

【００３１】

ボルスタ２２は、スライド１２の下方に配置されている。スライド１２の下面には金型３の上型３ａが取り付けられ、ボルスタ２２の上面には金型３の下型３ｂが取り付けられる。上型３ａと下型３ｂとの間には、送り装置ＦＤにより金属材料ＷＳがワークＷとして送り込まれる。送り込まれたワークＷは、垂直方向に往復運動する上型３ａと下型３ｂとによりプレス加工される。

【００３２】

図１Ｂに示すように、プレス機器Ｓの演算装置１４は、例えば、数値制御を行うコントローラを用いて構成することができる。演算装置１４は、アンプ２１を介してモータ４の回転角度（rotation angle）と回転速度（rotational velocity）を、プレス機器Ｓによるプレス加工の工程に応じて制御する。演算装置１４は、エンコーダ２５から入力されるフィードバック用のエンコーダパルスにより、演算装置１４の制御により回転したモータ４の回転角度及び回転速度を検出することができる。

【００３３】

演算装置１４は、プレス機器Ｓによるプレス加工の工程に応じてモータ４の回転速度を制御するために、モーションプログラムを実行する。記憶装置１５は、モーション（motion）の種類毎のモーションプログラムを記憶し管理する。入力装置１８は、モーションの

種類を選択する際に操作される。入力装置１８は、選択されたモーションの種類に対応するモーションプログラムに対するパラメータを設定する際にも操作される。

【００３４】

モーションの種類は、一方向に回転するモーション及び正転と逆転を連続して行うモーションを含んでいる。一方向に回転するモーションでは、クランク軸８が一方向に１回転する間にスライド１２が１サイクルの垂直方向の往復運動を行う。正転と逆転を連続して行うモーションでは、クランク軸８が、限定された一部の回転角度範囲で正転と逆転とを連続して往復する。正転と逆転を連続して行うモーションには、クランク軸８が始動位置から下死点を経由して正転と逆転とを連続して往復する第１モーションと、クランク軸８が上死点から下死点までの１８０度以内の限定された一部の回転角度範囲で往復する第２モーションとがある。第１モーションでは、クランク軸８の往路の回転中に、スライド１２が１サイクルの垂直方向の往復運動を行い、さらに、クランク軸８の復路の回転中に、スライド１２が１サイクルの垂直方向の往復運動を行う。一方、第２モーションでは、クランク軸８の往路の回転中と復路の回転中とに、スライド１２が１サイクルの垂直方向の往復運動を行う。プレス機器Ｓは、スライド１２が１サイクルの垂直方向の往復運動を行う時間内に、金属材料ＷＳの搬入および搬出とワークＷのプレス加工とを実行する。モーション設定は、どの種類のモーションでプレス加工をするのかを決定することを指す。

【００３５】

図２Ａは、図１Ｃのクランク軸８の回転角度とプレス機器Ｓの加工工程との関係を一方向に回転するモーションの場合について示す説明図である。一方向に回転するモーションでは、図２Ａに示すように、クランク軸８の回転角度が０度のときに、モーションの始動位置ＳＴとなる。一方向に回転するモーションの始動位置ＳＴはスライド１２の上死点となる。

【００３６】

図２Ａに示す例では、クランク軸８が時計回り方向ＤＲに回転して１２０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度がワークＷの非加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移り、プレス機器Ｓは、ワークＷをプレス加工する。クランク軸８が時計回り方向ＤＲに回転して、１８０度の回転角度（スライド１２の下死点）を経由して２４０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移る。非加工領域ＮＰＡにおいて、クランク軸８の回転角度が送り区間ＦＳに移ると、送り装置ＦＤは、金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに供給する。

【００３７】

一方向に回転するモーションでは、送り装置ＦＤが金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送る送り区間ＦＳは、時計回り方向ＤＲに回転するクランク軸８が、始動位置ＳＴを挟んで２４０度から１２０度までの回転角度にいる間に設定される。送り区間ＦＳは、クランク軸８の回転角度が非加工領域ＮＰＡにいる間であって、スライド１２が送り装置ＦＤ、金型３、ワークＷの何れかの干渉を避けられる位置となるような回転角度の範囲に設定される。

【００３８】

図２Ｂは、図１Ｃのクランク軸８の回転角度と、プレス機器Ｓの加工工程との関係を正転と逆転を連続して行うモーションにおける第１モーションの場合について示す説明図である。正転と逆転を連続して行うモーションでは、図２Ｂに示す例の場合、クランク軸８が、６０度の回転角度と３００度の回転角度との間で、１８０度の回転角度（スライド１２の下死点）を経由して往復する。図２Ｂに示すモーションでは、クランク軸８が往復する切り返し点である６０度及び３００度の各回転角度にいるときに、モーションの始動位置ＳＴとなる。正転と逆転を連続して行うモーションの始動位置ＳＴは、モーションの初回サイクルのみスライド１２の上死点となるが、２回目以降のサイクルでは、スライド１２の上死点ではない位置となる。

【００３９】

図２Ｂに示す例では、往路において、クランク軸８が６０度の始動位置ＳＴから時計回り方向ＤＲ１に回転して１２０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が非

加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移り、プレス機器Ｓは、ワークＷをプレス加工する。往路において、クランク軸８が時計回り方向ＤＲ１に回転して下死点を経由して、２４０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移り、送り装置ＦＤは、金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに供給する。

【００４０】

図２Ｂに示す例では、復路において、クランク軸８が３００度の始動位置ＳＴから反時計回り方向ＤＲ２に回転して２４０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が非加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移り、プレス機器Ｓは、ワークＷをプレス加工する。復路において、クランク軸８が反時計回り方向ＤＲ２に回転して１２０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移り、送り装置ＦＤは、金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに供給する。

【００４１】

図２Ｂに示す正転と逆転を連続して行う第１モーションでは、送り装置ＦＤが金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送る送り区間ＦＳは、往路から復路にかけて、クランク軸８が２４０度の回転角度から３００度の始動位置ＳＴで切り返して２４０度の回転角度に戻るまでの間と、復路から往路にかけて、クランク軸８が１２０度の回転角度から６０度の始動位置ＳＴで切り返して１２０度の回転角度に戻るまでの間に設定される。なお、図２Ｂでは、往路から復路にかけての送り区間ＦＳのみを図示し、復路から往路にかけての送り区間の図示は省略している。

【００４２】

図２Ｃは、図１Ｃのクランク軸８の回転角度と、プレス機器Ｓの加工工程との関係を正転と逆転を連続して行うモーションにおける第２モーションの場合について示す説明図である。図２Ｃに示す例の場合、クランク軸８が、３０度の回転角度と１５０度の回転角度との間で正転と反転を繰り返し、１８０度の回転角度（スライド１２の下死点）を経由しない。図２Ｃに示すモーションでは、クランク軸８の偏心部が３０度の回転角度にいるときに、モーションの始動位置ＳＴとなる。正転と逆転を連続して行うモーションの始動位置ＳＴは、モーションの初回サイクルのみスライド１２の上死点となるが、２回目以降のサイクルでは、スライド１２の上死点ではない位置となる。

【００４３】

図２Ｃに示す例では、往路において、クランク軸８が３０度の始動位置ＳＴから時計回り方向ＤＲ１に回転して９０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が非加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移り、プレス機器Ｓは、ワークＷをプレス加工する。

【００４４】

図２Ｃに示す例では、往路において、クランク軸８が１５０度の回転角度で切り返す。復路において、クランク軸８が１５０度の回転角度から反時計回り方向ＤＲ２に回転して９０度の回転角度を通過すると、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移り、送り装置ＦＤは、金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに供給する。

【００４５】

図２Ｃに示す正転と逆転を連続して行う第２モーションでは、送り装置ＦＤが金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送る送り区間ＦＳは、復路から往路にかけて、クランク軸８が４５度の回転角度から３０度の始動位置ＳＴで切り返して４５度の回転角度に戻るまでの間に設定される。

【００４６】

演算装置１４には、入力装置１８の操作により、選択するモーションの種類が設定される。演算装置１４は、設定されたモーションの種類に対応するモーションプログラムを、記憶装置１５から読み出し実行する。演算装置１４には、入力装置１８の操作により、モーションプログラムの実行に必要なパラメータが設定される。

【００４７】

演算装置１４に設定されるパラメータは、プレス機器Ｓのモーションパラメータ、カム設定パラメータ、送りパラメータ及び機能設定パラメータを含んでいる。入力装置１８の

操作により設定された各パラメータは、記憶装置１５に記憶させることができる。
【００４８】
モーションパラメータは、モーションの始動位置ＳＴ、モーションの加工開始位置、モーションのアプローチ速度、モーションの加工終了位置、及び、加工領域におけるモーションの動作設定、及びモーションの加工終了位置を含んでいる。
【００４９】
モーションの始動位置ＳＴは、図２Ａ～図２Ｃを参照して説明した始動位置ＳＴのことである。すなわち、モーションの始動位置ＳＴは、クランク軸８の偏心部が始動位置ＳＴとなるときの、クランク軸８の回転角度である。
【００５０】
モーションの加工開始位置は、クランク軸８の回転角度が非加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移る境界位置となるときのクランク軸８の回転角度である。
【００５１】
モーションのアプローチ速度は、クランク軸８の偏心部が始動位置ＳＴから加工開始位置に近づくときのクランク軸８の回転速度である。
【００５２】
モーションの加工終了位置は、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移る境界位置となるときのクランク軸８の回転角度である。
【００５３】
加工領域ＰＡにおけるモーションの動作設定は、例えば、加工領域ＰＡにおけるクランク軸８の回転速度（加工速度）、すなわち、クランク軸８の回転角度が加工開始位置から加工終了位置まで移動するときのクランク軸８の回転速度を含んでいる。また、加工領域ＰＡにおけるモーションの動作設定は、例えば、クランク軸８の回転角度が加工終了位置から始動位置ＳＴまで回転するときのクランク軸８の回転速度を含んでいる。
【００５４】
カム設定パラメータは、モータ４に取付けられているエンコーダ２５からモータ４の回転角度や回転速度を読み取り、クランク軸８の回転角度が送り開始位置及び干渉チェック位置となったときのモータ４の回転角度及び回転速度をフィードバック制御するためのパラメータである。カム設定パラメータはクランク軸８の回転角度が送り開始位置となるときのクランク軸８の回転角度と、クランク軸８の回転角度が干渉チェック位置となるときのクランク軸８の回転角度とを含んでいる。送り開始位置は、送り装置ＦＤによる金属材料ＷＳのプレス機器Ｓに対する送り開始時におけるクランク軸８の回転角度である。クランク軸の回転動作を、開閉または往復動作の開始信号に変換する事を、カムと便宜上表現する。
【００５５】
送り開始位置は、送り装置ＦＤが金属材料ＷＳの１サイクルの送りを開始するときのクランク軸８の回転角度のことである。送り開始位置は、クランク軸８が非加工領域ＮＰＡをアプローチ速度で回転している間に設定される。
【００５６】
一方向に回転するモーションの図２Ａに示す例では、クランク軸８が２７０度の回転角度にいるときを、送り開始位置としている。正転と逆転を連続して行うモーションの図２Ｂの例では、例えば、往路において時計回り方向ＤＲ１に回転したクランク軸８が２７０度の回転角度にいるときを、送り開始位置としている。正転と逆転を連続して行うモーションの図２Ｃの例では、例えば、往路において時計回り方向ＤＲ１に回転したクランク軸８の回転角度が１３０度となる位置を、送り開始位置としている。
【００５７】
干渉チェック位置は、クランク軸８が非加工領域ＮＰＡを回転中に、演算装置３４が干渉チェックを行うときのクランク軸８の回転角度のことである。干渉チェックとは、プレス加工を行う前後の時間においてミスを検出することであり、具体的には少なくとも以下５つを検出する。

（１）材料末端検出:光線センサーにより材料切れを検出
（２）材料波動検出:材料波動により材料とタッチセンサーとの接触を検出
（３）スクラップ検出:抜き加工されたスクラップが通過しているかを検出
（４）加工品排出ミス検出:加工品がライトセンサーを通過して排出されているかを検出
（５）材料送りミス検出:材料送りが完了してタッチセンサーと接触しているかを検出

【００５８】

例えば、非加工領域ＮＰＡにおいてクランク軸８がアプローチ速度での回転を終えるまでに、金属材料ＷＳの１サイクルの送りが終了しない場合は、送り装置ＦＤが送り中の金属材料ＷＳが、非加工領域ＮＰＡ内を垂直方向に往復運動中のスライド１２と干渉する。干渉チェック位置は、非加工領域ＮＰＡにおいてクランク軸８がアプローチ速度で回転を終える前に到達する位置に設定される。

【００５９】

演算装置１４は、クランク軸８の回転角度が送り開始位置になると、金属材料ＷＳの送り開始を指示するデジタル信号を送り装置ＦＤに出力する。演算装置１４は、クランク軸８の回転角度が干渉チェック位置になると、干渉チェックを指示するデジタル信号を送り装置ＦＤに出力する。演算装置１４は、例えば、不図示のカムポジショナから入力されるパルス信号に基づいて、各デジタル信号を送り装置ＦＤに出力することができる。

【００６０】

プレス機器Ｓは、送り装置ＦＤとの間で電気的な信号を受け渡すためのＤＩ（Digital Input）ポート２７及びＤＯ（Digital Output）ポート２９を有している。演算装置１４は、スライド１２の送り開始位置及び干渉チェック位置の各電気的な信号を、ＤＯポート２９から送り装置ＦＤのＤＩポート４１に出力する。

【００６１】

送り装置ＦＤの演算装置３４は、送り開始を指示する電気的な信号がＤＩポート３９から入力されると、送り装置ＦＤが送り動作を行う条件が整ったとして、金属材料ＷＳの送りを開始させることができる。

【００６２】

演算装置３４は、クランク軸８が干渉チェック位置を通過すると、干渉チェックを実行する。演算装置３４は、干渉チェックを指示するデジタル信号の入力時に、送りパラメータの内容に応じた金属材料ＷＳの１サイクル分の送りが終了していない場合に、エラーが発生したものとして金属材料ＷＳの送りを緊急停止させることができる。この緊急停止により、１サイクル分の送りが完了していない状態で金属材料ＷＳに対する加工が開始されて、加工不良の製品が製造される事象、あるいは、金型３（上型３ａ、下型３ｂ）の損傷につながる事象が発生するのを防ぐことができる。

【００６３】

送りパラメータは、送り装置ＦＤの演算装置３４に入力する金属材料ＷＳの送りに関するパラメータである。送りパラメータは、プレス機器Ｓの演算装置１４に設定され、同じ値の送りパラメータが、ネットワーク通信などを介して送り装置ＦＤの演算装置３４に転送される。送りパラメータは、送り速度、送り加減速時間、送り量を含んでいる。

【００６４】

送り速度は、送り装置ＦＤにより金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送る際の指令速度のことである。送り加減速時間は、送り装置ＦＤにより金属材料ＷＳを送り、送り装置ＦＤが退避するまでの１サイクル間において、金属材料ＷＳを送る際に、金属材料ＷＳを送る速度を指令速度まで加速させる時間、及び金属材料ＷＳを送った後に退避する際に、金属材料ＷＳを送る速度を指令速度から減速させる時間のことである。ただし、送り速度の減速時間と加速時間とは、必ずしも同一である必要はない。金属材料ＷＳの重さ及び大きさ、あるいは、指令速度次第では、送り速度の減速時間と加速時間とを異ならせる場合もある。送り速度及び送り加減速時間は、固定値でもよく可変値でもよい。

【００６５】

送り量は、送り装置ＦＤがプレス機器Ｓに送る１サイクル分の金属材料ＷＳ長さのこと

である。送り量は、プレス機器Ｓでワークｗを加工して製造する製品に対応した長さの可変値となる。

【００６６】

送りパラメータが設定される演算装置１４は、設定部として機能する。演算装置１４に送り量を含む送りパラメータを設定することで、ワークｗが加工されない非加工領域におけるクランク軸８の回転角度範囲中に加工位置に送られる金属材料ＷＳ（材料）の送り量に対応する物理量（１サイクルのワークの送り長さ）を、設定部に設定することができる。演算装置１４は、送りパラメータが設定されると、設定された送りパラメータを送り装置ＦＤの演算装置３４に転送する。

【００６７】

機能設定パラメータは、送り装置ＦＤによる金属材料ＷＳの送りにプレス機器Ｓの１サイクル動作を同期させる同期制御の無効、有効を示すフラグに関するパラメータである。例えば、同期制御の無効を示すパラメータを「０」、有効を示すパラメータを「１」とすることができる。

【００６８】

演算装置１４は、選択するモーションの種類と上述した各パラメータとが設定されると、クランク軸８のモーションの計算、クランク軸８の速度指令の出力、クランク軸８の速度指令のオーバーライド（Override）制御を行う。なお、本実施形態におけるオーバーライド制御とは、送り開始回転角度から干渉チェック回転角度まで、指令されたクランク軸８の回転速度で回転中に、１サイクル分の金属材料ＷＳ長さを送り切れない場合に、クランク軸８の指令回転速度を１００％としたときのパーセンテージで減速指令制御することである。

【００６９】

演算装置１４は、クランク軸８のモーションの計算の前提となる、送りパラメータの指令速度に対応した、送り装置ＦＤによる金属材料ＷＳの１サイクルの送り長さ（送り量）に要する送り時間Ｔを計算する。

【００７０】

例えば、送り速度及び送り加減速時間が、予め定められた固定値である場合、金属材料ＷＳの１サイクルの送り長さに要する送り時間Ｔは、可変値である送り量によって決まる。

【００７１】

図３Ａは、図１Ａの送り装置ＦＤからプレス機器Ｓへの金属材料ＷＳの送り速度と送り時間との関係を示すグラフである。図３Ａは、送りパラメータで設定された送り量（面積）Ｙ［ｍｍ］が、送り加減速時間Ｔａ［ｓ］に指令速度Ｆ［ｍｍ／ｓ］を乗じた移動距離（面積）以上となる場合を示しており、指令速度の一定速度で移動可能な状態を示している。なお、図３Ａのグラフの縦軸は金属材料ＷＳの送り速度［ｍｍ／ｓ］、横軸は金属材料ＷＳの送り時間［ｓ］を示す。送り速度の指令速度Ｆ及び加減速時間Ｔａは、いずれも固定値とする。

【００７２】

送り装置ＦＤが指令速度Ｆ及び加減速時間Ｔａで金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送る場合の送り量は、図３Ａに示すように、横軸と送り速度の波形とで囲まれる台形の部分の面積に相当する。送りパラメータにおいて設定された送り量Ｙの金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送るのに要する送り時間Ｔ［ｓ］は、台形の面積を求めるときの一般式を利用すると、以下の（１）式から求めることができる。

$$T = (Y - F \times Ta) / F + 2 \times Ta \cdots (1)$$

【００７３】

図３Ｂは、図１Ａの送り装置ＦＤからプレス機器Ｓへの金属材料ＷＳの送り速度と送り時間との関係を示すグラフである。図３Ｂでは、送りパラメータで設定された送り量Ｙが、送り加減速時間Ｔａ［ｓ］に指令速度Ｆ［ｍｍ／ｓ］を乗じた移動距離よりも短い、送り加減速時間ｔ［ｓ］に速度ｆ［ｍｍ／ｓ］を乗じた移動距離の送り量である場合を示している。図３Ｂのグラフでも、縦軸は金属材料ＷＳの送り速度［ｍｍ／ｓ］を、横軸は金

属材料ＷＳの送り時間［ｓ］を示す。送り速度の指令速度Ｆ及び加減速時間Ｔａは、いずれも固定値とする。

【００７４】

送り装置ＦＤが、送り速度ｆをピークとする金属材料ＷＳの送り動作を、加速及び減速にそれぞれ経過時間ｔをかけて行う場合、金属材料ＷＳの送り量Ｙは、図３Ｂに示すように、横軸と送り速度の波形とで囲まれる二等辺三角形の部分の面積に相当する。送りパラメータにおいて設定された送り量Ｙの金属材料ＷＳをプレス機器Ｓに送るのに要する送り時間Ｔは、二等辺三角形の面積を求める一般式を利用すると、以下の（２）式から求めることができる。

$$T = 2\sqrt{(Y / (F \times Ta))} \quad \cdots (2)$$

【００７５】

演算装置１４は、以上に説明した方法で、金属材料ＷＳの送り時間Ｔを計算することができる。演算装置１４は、計算した送り時間Ｔに合わせて、クランク軸８の回転速度指令の数値制御値を計算し、計算した数値制御値をクランク軸８の回転速度指令として、アンプ２１を介してモータ４に出力する。

【００７６】

演算装置１４は、送りパラメータで設定された送り量Ｙに基づいて計算した、送り装置ＦＤによる金属材料ＷＳの１サイクルの送り時間Ｔが、干渉チェック時間Ｔ′を超える場合（Ｔ＞Ｔ′）に、干渉チェック開始までに１サイクル分の長さの金属材料ＷＳを送り切れておらず、干渉チェックする時期を遅らせる必要がある。そのため、クランク軸８の回転速度のオーバーライド制御を行う。なお、干渉チェック時間Ｔ′とは、演算装置１４が送り開始位置信号を送り装置ＦＤへ送出してから、干渉チェック位置信号をONするまでの時間であり、この間に送り装置ＦＤが１サイクル分の長さの金属材料ＷＳを送り終え、プレス機器Ｓの干渉チェックが開始可能となるまでの時間である。演算装置１４は、演算装置１４に設定されたプレス機器Ｓのモーションパラメータ及びカム設定パラメータと、送り装置ＦＤの送りパラメータに基づいて、干渉チェック時間Ｔ′を算出することができる。

【００７７】

図４は、図１Ａのプレス機器Ｓのモーションパターンとクランク軸８の動作とを示すグラフである。金属材料ＷＳの送り時間Ｔと干渉チェック時間Ｔ′との関係を、図４を用いて説明する。説明を容易にするために、以後は、モーションの種類が一方向に回転するモーションである場合の例を中心に説明し、必要に応じて、モーションの種類が正転と逆点を連続して行うモーションである場合にも触れることとする。図４のグラフの縦軸はクランク軸８の回転速度、横軸は時間を示す。

【００７８】

図４に示すモーションパターンは、始動位置ＳＴから次の始動位置ＳＴまで、クランク軸８の回転によりクランク軸８に１サイクルの回転動作を行わせるものである。クランク軸８偏心部の１サイクルの回転動作は、次の（１）～（６）の動作を含んでいる。

【００７９】

（１）非加工領域ＮＰＡの始動位置ＳＴからクランク軸８の回転を開始させて、クランク軸８の回転速度をアプローチ速度Ｖ１まで加速させる。クランク軸８の回転速度がアプローチ速度まで到達すると、その後はクランク軸８をアプローチ速度で回転させる。

（２）加工開始位置Ｐ１の手前でクランク軸８の回転速度の減速を開始する。

（３）クランク軸８の回転速度が加工速度Ｖ２に減速された加工開始位置Ｐ１で、クランク軸８の回転角度が非加工領域ＮＰＡから加工領域ＰＡに移ったら、加工終了位置Ｐ２までの加工領域ＰＡで、クランク軸８を加工速度Ｖ２で回転させる。

（４）クランク軸８の回転角度が加工終了位置Ｐ２に到達し、クランク軸８の回転角度が加工領域ＰＡから非加工領域ＮＰＡに移ったら、クランク軸８の回転速度を加工速度Ｖ２からアプローチ速度Ｖ１に加速させる。

（５）アプローチ速度Ｖ１でクランク軸８が回転する区間中で、クランク軸８が金属材料ＷＳの送り開始位置Ｐ３を通過した後、次の始動位置ＳＴの手前からクランク軸８の回

転速度の減速を開始する。
（６）クランク軸８が次の始動位置ＳＴとなる回転角度でクランク軸８の回転を停止させる。
【００８０】
図４に示すように、クランク軸８の１サイクルの回転動作において、金属材料ＷＳの送り時間Ｔと干渉チェック時間Ｔ′との起算点は、いずれも、送り装置ＦＤによる金属材料ＷＳの送り開始位置Ｐ３とする。
【００８１】
送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下（Ｔ≦Ｔ′）ならば、非加工領域ＮＰＡのクランク軸８がアプローチ速度Ｖ１での回転を終えるまでに、金属材料ＷＳの１サイクルの送りが終了する。この場合、送り中の金属材料ＷＳは、非加工領域ＮＰＡを垂直方向に往復運動中のスライド１２と干渉しない。
【００８２】
金属材料ＷＳとスライド１２とが干渉しない場合、演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを「１００％」とする。動作倍率Ｒとは、モーションパターンから導き出されるクランク軸８の指令回転速度を１００としたとき、オーバーライド制御によって変更するクランク軸８の指令回転速度を百分率で表した値である。動作倍率Ｒが「１００％」の場合、演算装置１４は、スライド１２の速度指令のオーバーライド制御を行わない。
【００８３】
図４に示すように、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′よりも長い（Ｔ′＜Ｔ）と、非加工領域ＮＰＡのクランク軸８がアプローチ速度Ｖ１での回転を終えるまでに、金属材料ＷＳの１サイクルの送りが終了しない。この場合、干渉チェックでエラーが発生する。
【００８４】
送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′よりも長い場合、演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の動作倍率Ｒを算出する。演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の動作倍率Ｒを１００％未満の値とする。なお、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下の場合には、演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の動作倍率Ｒを１００％とする。
【００８５】
演算装置１４は、クランク軸８の速度指令のオーバーライド制御において、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度（アプローチ速度）を通常の速度より低い速度（Ｖ１×Ｒ／１００）に減速させる。
【００８６】
また、演算装置１４は、クランク軸８の速度指令のオーバーライド制御において、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の加速度を通常の速度より低い加速度に減速させる。
【００８７】
演算装置１４は、クランク軸８の速度指令のオーバーライド制御を行う場合でも、加工領域ＰＡにおけるクランク軸８の回転速度（加工速度Ｖ２）を変更せず、クランク軸８の回転動作を通常制御する。
【００８８】
演算装置１４は、クランク軸８の速度指令のオーバーライド制御において、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の減速制御を行う際には、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを、減速制御の内容として決定する。
【００８９】
図５は、図４の非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の偏心部の動作パターンをクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを変更する前と変更した後とで比較して示すグラフである。図５の想像線（二点鎖線）は、動作倍率Ｒの変更前（Ｒ＝１００％）の動作パターンＭ１を示し、実線は、動作倍率Ｒの変更後（Ｒ＜１００％）の動作パターンＭ２を示す。

【００９０】
動作倍率Ｒの変更前（Ｒ＝１００％）の動作パターンＭ１では、干渉チェック時間Ｔ′が送り時間Ｔよりも短くなる。この動作パターンでは、非加工領域ＮＰＡのクランク軸８がアプローチ速度Ｖ１での回転を終えるまでに、金属材料ＷＳの１サイクルの送りが終了しない。この場合、干渉チェックでエラーが発生する。干渉チェックでエラーが発生すると計算された場合、演算装置１４は、干渉チェック時間Ｔ′が送り時間Ｔ以上となる動作倍率Ｒ（Ｒ＜１００％）を計算する。
【００９１】
動作倍率Ｒを１００未満の値に変更した動作パターンＭ２では、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作にかかる時間が１００／Ｒ倍（１よりも大きい値）に長くなり、干渉チェック時間が、動作倍率Ｒを変更する前のＴ′からＴ′×１００／Ｒに増える。干渉チェック時間Ｔ′×１００／Ｒが送り時間Ｔ以上の時間になれば、送り中の金属材料ＷＳが垂直方向に往復運動中のスライド１２と干渉しなくなる。
【００９２】
演算装置１４が動作倍率Ｒを１００％未満の値に変更すると、クランク軸８の回転速度が遅くなり、プレス機器Ｓのスライド１２が垂直方向に往復運動する速度を落とすことが可能となる。
【００９３】
送り開始位置Ｐ３から始動位置ＳＴまでの区間における金属材料ＷＳの送り量Ｙは、その区間における図５のグラフの横軸と送り速度の波形とで囲まれる台形の部分の面積Ａ１に相当する。始動位置ＳＴから送り終了位置Ｐ５までの金属材料ＷＳの送り量Ｙは、その区間における横軸と送り速度の波形とで囲まれる台形の部分の面積Ａ２に相当する。
【００９４】
演算装置１４が、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の動作倍率Ｒの値を、例えば８０％にすると、アプローチ速度Ｖ１が０．８倍になる他、加えて、加減速の加速度も０．８倍になる。その代わり、動作にかかる時間が１．２５倍（＝１００÷８０）になる。
【００９５】
動作倍率Ｒの変更の前後では、横軸と送り速度の波形とで囲まれる台形の部分の上底及び下底が１．２５倍になり、高さが０．８倍になる。
【００９６】
送り開始位置Ｐ３から始動位置ＳＴまでの区間において、動作倍率Ｒの変更前における台形の下底に相当する送り時間ｔ１′は、動作倍率Ｒの変更後における台形の下底に相当する送り時間ｔ１′×１００／Ｒの０．８となる。始動位置ＳＴから送り終了位置Ｐ５までの区間でも、動作倍率Ｒの変更前における台形の下底に相当する送り時間ｔ２′は、動作倍率Ｒの変更後における台形の下底に相当する送り時間ｔ２′×１００／Ｒの０．８倍となる。台形の上底についても下底と同じである。
【００９７】
送り開始位置Ｐ３から始動位置ＳＴまでの区間と始動位置ＳＴから送り終了位置Ｐ５までの区間とのどちらも、動作倍率Ｒの変更の前後で面積Ａ１，Ａ２の大きさは変わらない。面積Ａ１，Ａ２の合計に相当する金属材料ＷＳの送り量Ｙも、動作倍率Ｒの変更の前後で変わらない。
【００９８】
演算装置１４は、干渉チェック時間Ｔ′が送り時間Ｔ以上となる動作倍率Ｒ（Ｒ＜１００）を、次のようにして計算する。
【００９９】
干渉チェック時間Ｔ′と送り時間Ｔとは、干渉チェック時間Ｔ′に動作倍率Ｒを適用する（干渉チェック時間Ｔ′を動作倍率Ｒ／１００で割る）と

$$T' \times 100 / R \geqq T$$

の関係を満たすので、求める動作倍率Ｒの値は、

$$R \leqq T' / T \times 100$$

を満たす値となる。

【０１００】

この計算は、プレス機器Ｓのモーションの種類が一方向に回転するモーションである場合の計算内容である。正転と逆転を連続して行うモーションでは、始動位置ＳＴにおけるクランク軸８の偏心部の切り返しに対して停止時間Ｔｓが設定されることがある。停止時間Ｔｓが設定されている場合は、干渉チェック時間Ｔ′に動作倍率Ｒを適用した時間と停止時間Ｔｓとを足した時間が、送り時間Ｔ以上の長さである必要があるので、

（Ｔ′×１００／Ｒ）＋Ｔｓ≧Ｔ

となり、求める動作倍率Ｒの値は、

Ｒ≦Ｔ′／（Ｔ－Ｔｓ）×１００

を満たす値となる。なお、図５に示された一方向に回転するモーションにおいても、上死点で一時停止しているので、同様に停止時間Ｔｓが設定されることも想定され得る。

【０１０１】

プレス機器Ｓでは、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の偏心部の回転動作に対して動作倍率Ｒを設定すると、設定された動作倍率Ｒが停止時間Ｔｓにも適用される場合がある。この場合は、

（Ｔ′＋Ｔｓ）×１００／Ｒ≧Ｔ

となるので、求めるＲは、

Ｒ≦（Ｔ′＋Ｔｓ）／Ｔ×１００

を満たす値となる。

【０１０２】

動作倍率Ｒの設定が停止時間Ｔｓに適用されるか否かは、プレス機器Ｓのモーションパラメータ、カム設定パラメータ、送り装置ＦＤの送りパラメータ及び機能設定パラメータの設定に依存するので、それに合わせて動作倍率Ｒを求めればよい。加工領域ＰＡではクランク軸８の回転速度（加工速度）の減速制御を行わず通常制御を行うので、加工領域におけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒは、図５に示すように、「１００％」のままとする。

【０１０３】

演算装置１４は、自身に設定された送り量Ｙを含む送りパラメータに対応する金属材料ＷＳの送り時間Ｔが、送り開始位置Ｐ３から干渉チェック位置Ｐ４までクランク軸８が回転する干渉チェック時間Ｔ′を超える場合に、減速制御の内容を決定部として決定する。決定する減速制御は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度に対するもので、干渉チェック時間Ｔ′を送り時間Ｔ以上の長さとする内容の減速制御である。

【０１０４】

演算装置１４は、クランク軸８の非加工領域ＮＰＡにおける回転中に、決定部として演算装置１４が決定した減速制御に基づいて、駆動部としてのモータ４を制御する制御部として機能する。演算装置１４は、金属材料ＷＳの加工領域ＰＡにおけるクランク軸８の回転中に、減速制御でなく通常制御の内容で前記駆動部を制御する制御部としてさらに機能する。

【０１０５】

以上を前提に、プレス機器Ｓの演算装置１４が行う処理の手順の一例を、フローチャートによって説明する。図６Ａ及び図６Ｂは、図１Ｂのプレス機器Ｓの演算装置１４が行う処理の手順の一例を示すフローチャートである。演算装置１４は、入力装置１８の操作により入力されたモーションパラメータを設定する（ステップＳ１）。また、演算装置１４は、入力装置１８の操作により入力されたカム設定パラメータを設定する（ステップＳ３）。モーション設定及びカム設定の各パラメータの取得順は、どちらか一方が先で他方が後でもよく、同時でもよい。

【０１０６】

演算装置１４は、取得した各パラメータから、干渉チェック時間Ｔ′を計算により算出し（ステップＳ５）、送り設定を行う（ステップＳ７）。送り設定とは、演算装置１４が

、入力装置１８の操作により入力されたプレス機器Ｓで製造する製品に応じた送り量を含む送りパラメータを設定することを指す。演算装置１４は、設定した送りパラメータの内容を、送り装置ＦＤの演算装置３４に転送する。

【０１０７】

演算装置１４は、設定した送りパラメータの内容から、金属材料ＷＳの１サイクルの送り時間Ｔを算出する（ステップＳ９）。また、演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の動作倍率Ｒを「１００％」に設定する。

【０１０８】

図６Ｂに示すように、演算装置１４は、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′よりも長い（Ｔ′＜Ｔ）か否かを確認する（ステップＳ１１）。送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′よりも長い場合は（ステップＳ１１でＹＥＳ）、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となる動作倍率Ｒの値（Ｒ＜１００％）を算出し（ステップＳ１３）、ステップＳ９で設定した動作倍率Ｒを、「１００％」から算出した値（Ｒ＜１００％）に変更する。

【０１０９】

演算装置１４は、上述したステップＳ１１において、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下の場合は（ステップＳ１１でＮＯ）、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の偏心部の動作倍率Ｒを「１００％」から変更しない。

【０１１０】

演算装置１４は、動作倍率Ｒを含む各種の条件の情報を、表示装置１６に表示させる（ステップＳ１５）。演算装置１４は、プレス機器Ｓの運転を開始する（ステップＳ１７）。

【０１１１】

演算装置１４は、クランク軸８が非加工領域ＮＰＡを回転しているか否かを確認する（ステップＳ１９）。演算装置１４は、クランク軸８が非加工領域ＮＰＡを回転している場合（ステップＳ１９でＹＥＳ）、演算装置１４は、クランク軸８の回転角度が送り開始位置となったか否かを確認する。クランク軸８の回転角度が送り開始位置となったときに、演算装置１４は、クランク軸８の回転角度が送り開始位置となったことを示す送り開始位置信号を送り装置ＦＤに送信する（ステップＳ２１）。クランク軸８が非加工領域ＮＰＡを回転していない場合は（ステップＳ１９でＮＯ）、ステップＳ１９にリターンする。

【０１１２】

演算装置１４は、プレス機器ＳによりワークWから製品（図示せず）を生産することが終了したか否かを確認する（ステップＳ２３）。製品の生産が終了している場合は（ステップＳ２３でＹＥＳ）、演算装置１４は、図６Ｂの処理を終了する。製品の生産が終了していない場合は（ステップＳ２３でＮＯ）、演算装置１４は、干渉チェック時間Ｔ′となったか否かを確認する（ステップＳ２５）。干渉チェック時間Ｔ′となった場合は（ステップＳ２５でＹＥＳ）、ステップＳ２７に進み、演算装置１４は、干渉チェックを行う（ステップＳ２７）。干渉チェック時間Ｔ′となっていない場合は（ステップＳ２５でＮＯ）、ステップＳ２５にリターンする。

【０１１３】

演算装置１４は、製造する製品の切り替え等による送り設定の変更があったか否かを確認する（ステップＳ２９）。送り設定の変更がない場合は（ステップＳ２９でＮＯ）、ステップＳ１７にリターンし、送り設定の変更がある場合は、運転を一時停止して（ステップＳ３１）、図６Ａのステップ７にリターンする。なお、モーションパラメータ及びカム設定パラメータにも変更がある場合には、運転を一時停止して、図６Ａのステップ１にリターンする。

【０１１４】

本実施形態では、送り装置ＦＤからプレス機器Ｓの上型３ａと下型３ｂとの間に、金属材料ＷＳをワークWとして送り込む１サイクルの送り時間Ｔを、演算装置１４に設定される送り量Ｙ（物理量）に基づいて、演算装置１４が算出する。金属材料ＷＳの送り開始位置Ｐ３から干渉チェック位置Ｐ４までクランク軸８が回転するのに要する干渉チェック時間Ｔ′を送り時間Ｔが超える場合、演算装置１４は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク

軸８の回転速度の減速制御を行う。この減速制御において演算装置１４は、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となるように、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを１００％未満の適切な値に設定する。

【０１１５】

本実施形態では、プレス機器Ｓで製造する製品に応じた金属材料ＷＳの送り量が大きい場合であっても、送り中の金属材料ＷＳが垂直方向に往復運動中のスライド１２と干渉せずプレス機器Ｓのモーションが最適化されるパラメータを、容易に得ることができる。

【０１１６】

プレス機器Ｓにおいて、減速制御の内容は、駆動部によるクランク軸８の回転の動作倍率の値であり、決定部は、動作倍率の値を、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となる場合よりも低い値に決定してもよい。

【０１１７】

詳しくは、金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′を超える場合に、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを、送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となる値に変更して、クランク軸８の回転速度の減速制御を行ってもよい。動作倍率Ｒの変更は、モーションパラメータを再度設定することによるのではなく、オーバーライド制御によって行うことができるので、プレス機器Ｓにモーションパラメータを設定するユーザに、減速制御の際にモーションパラメータを再度設定する負担を負わせずに済む。

【０１１８】

プレス機器Ｓは、制御部をさらに備えていてもよい。制御部は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転中に、決定部が決定した減速制御の内容で駆動部４を制御する。また、制御部は、材料ＷＳの加工領域ＰＡにおけるクランク軸８の回転中に、減速制御でなく通常制御の内容で駆動部４を制御する。

【０１１９】

詳しくは、制御部を構成する演算装置１４は、金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′を超える場合でも、加工領域ＰＡでは、駆動部４として機能するモータ４によるクランク軸８の回転速度（加工速度）を通常制御する。加工領域ＰＡでは、クランク軸８の回転速度が減速されないので、プレス機器Ｓにおけるワークｗの加工時間が無用に長時間化されるのを防ぐことができる。

【０１２０】

減速制御の内容は、クランク軸８の非加工領域における最高回転速度であってもよく、決定部は、非加工領域における最高回転速度を、送り時間が干渉チェック時間以下となる場合よりも低い速度に決定してもよい。

【０１２１】

詳しくは、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の減速制御は、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の最高回転速度（アプローチ速度Ｖ１）の変更によって行ってもよい。変更後のアプローチ速度Ｖ１は、金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となる値であればよい。

【０１２２】

本実施形態では、図５に示すように、演算装置１４が、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転動作の動作倍率Ｒを変更した結果、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８のアプローチ速度Ｖ１がアプローチ速度Ｖ１×Ｒ／１００に減速された。金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′を超えた場合に、動作倍率Ｒを変更する代わりに、演算装置１４が非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８のアプローチ速度Ｖ１を変更させてもよい。アプローチ速度Ｖ１を通常よりも低い値に変更することで、金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となるようにすることができる。変更後のアプローチ速度Ｖ１は、演算装置１４が計算して求めることができる。

【０１２３】

非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８のアプローチ速度Ｖ１を直接的に減速させる場

合は、モーションパラメータの再設定において、アプローチ速度Ｖ１のパラメータのみを変更すればよい。アプローチ速度Ｖ１の変更に合わせて他のパラメータを変更する必要はない。クランク軸８のアプローチ速度Ｖ１を減速させる減速制御では、モーションパラメータの再設定が複雑な内容になるのを抑制することができる。

【０１２４】

駆動部４は、スライド１２が連結されるクランク軸８を一部の回転範囲で繰り返し正転及び逆転させて、スライド１２を昇降させてもよい。

【０１２５】

金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′を超えた場合に、演算装置１４が、非加工領域ＮＰＡにおけるクランク軸８の回転速度の減速制御を行う構成は、本実施形態の中でも説明したように、モーションの種類が正転と逆転を連続して行うモーションであっても実現できる。正転と逆転を連続して行うモーションでは、クランク軸８が限られた回転角度の範囲を往復するので、クランク軸８の往路と復路との切り返し地点の前後で、一方向モーションにはないモーションが発生する。

【０１２６】

正転と逆転を連続して行うモーションをプレス機器Ｓが行う場合に本実施形態の構成を適用することで、演算装置１４は、正転と逆転を連続して行うモーションにおける複雑な内容のモーションに対して、金属材料ＷＳの送り時間Ｔが干渉チェック時間Ｔ′以下となる減速処理を容易に実行することができる。

【０１２７】

演算装置１４は、モーションパラメータの再設定で変更されたアプローチ速度Ｖ１で、非加工領域においてクランク軸８を回転させる場合に、クランク軸８の回転速度の減速制御を行う制御部として機能することができる。

【０１２８】

アプローチ速度Ｖ１を変更するモーションパラメータの再設定は、例えば、入力部である入力装置１８の操作により、ユーザが行うことができる。演算装置１４は、変更後のアプローチ速度Ｖ１の値を自動計算し、変更後のアプローチ速度を、例えば、表示装置１６に表示させてユーザに報知することができる。変更後のアプローチ速度Ｖ１の値を表示によりユーザに報知する場合、表示装置１６は、決定部としての演算装置１４が決定した変更後のアプローチ速度Ｖ１を、操作者としてのユーザに報知する報知部として機能する。

【０１２９】

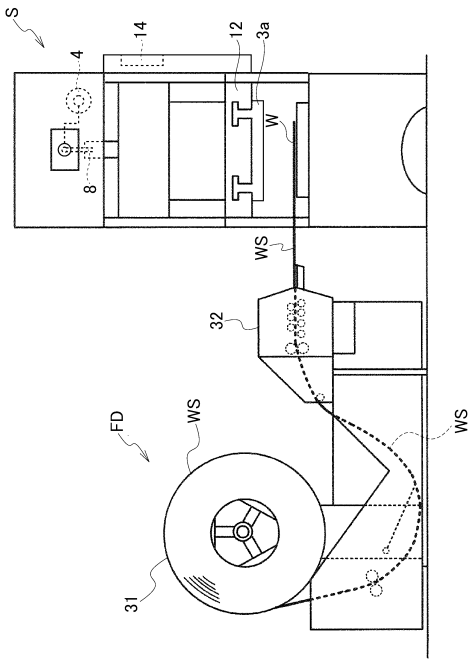
変更後のアプローチ速度Ｖ１の値を表示装置１６に表示させることで、ユーザは、変更後のアプローチ速度Ｖ１を、表示装置１６の表示で容易に把握して、モーションパラメータの再設定を入力装置１８の操作のみで容易に済ませることができる。

【０１３０】

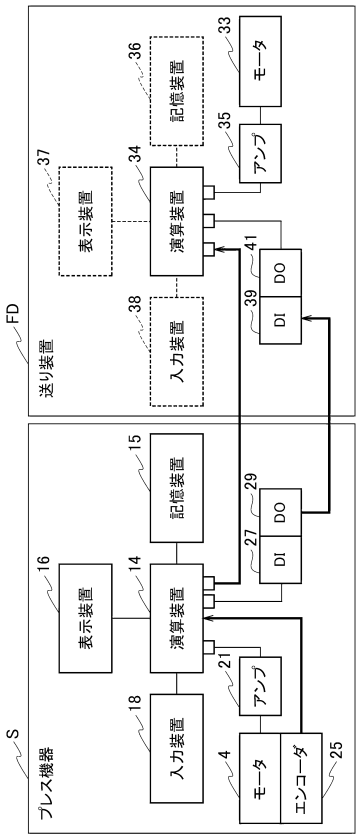
本願の開示は、２０２１年７月８日に出願された特願２０２１－１１３５２０号に記載の主題と関連しており、それらの全ての開示内容は引用によりここに援用される。

【図面】

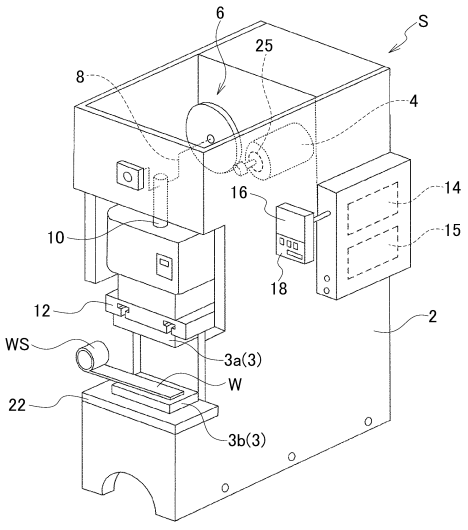
【図１Ａ】



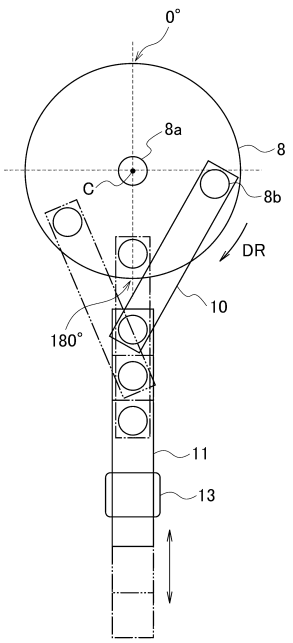
【図１Ｂ】



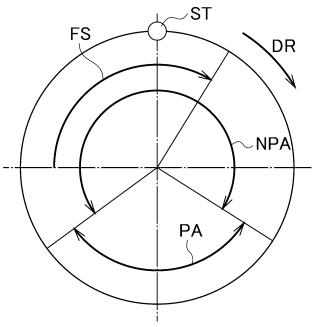
【図１Ｃ】



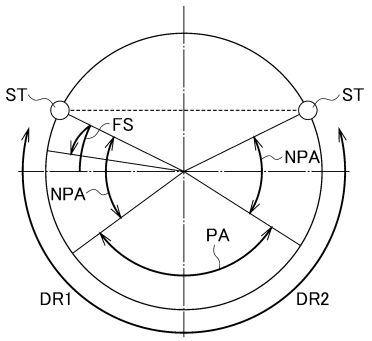
【図１Ｄ】



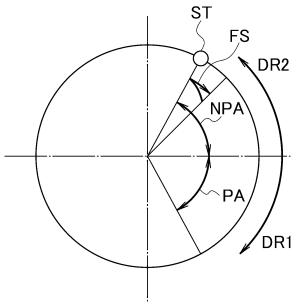
【図２Ａ】



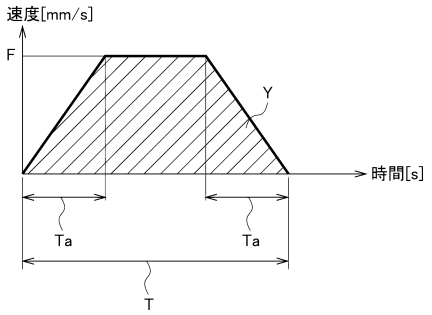
【図２Ｂ】



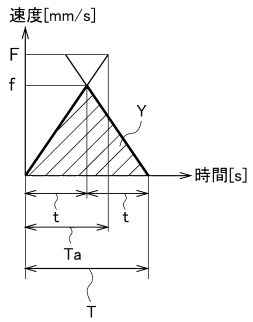
【図２Ｃ】



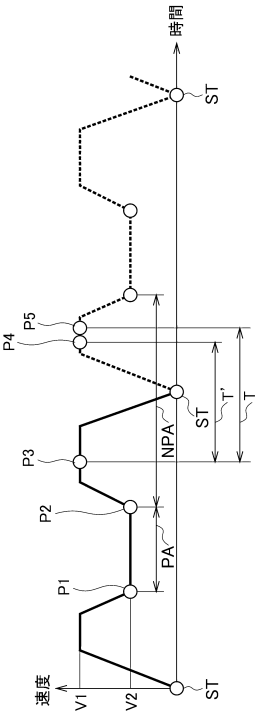
【図３Ａ】



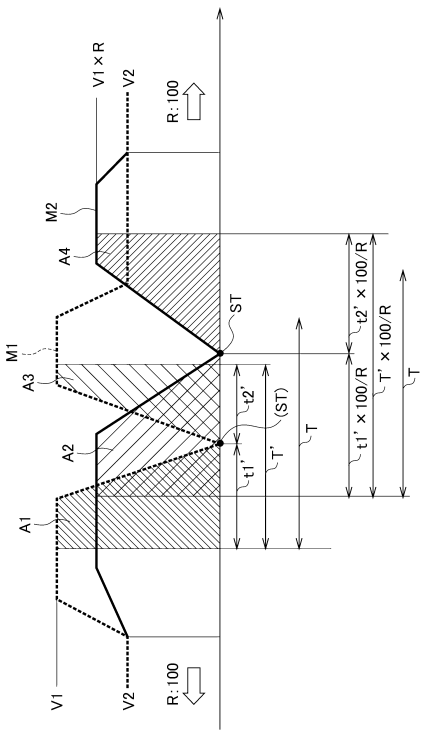
【図３Ｂ】


速度[mm/s]
F
f
Y
時間[s]
t
t
Ta
T

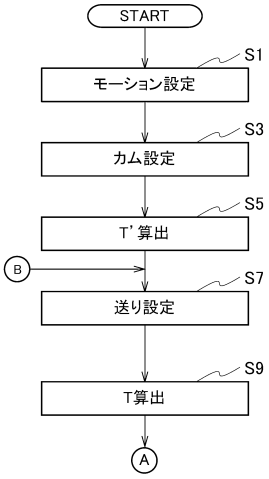
【図４】


時間
ST
P5
P4
T'
T
ST
NPA
P3
P2
PA
P1
速度
V1
V2
ST

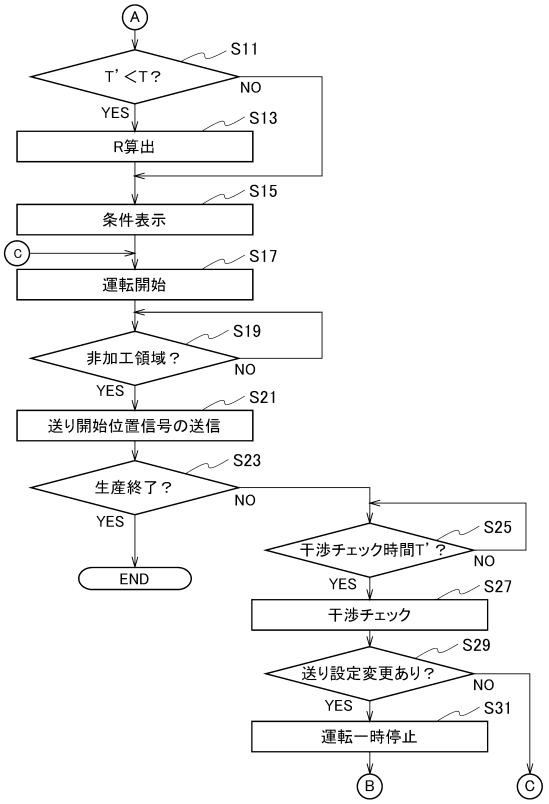
【図５】


V1×R
V2
R:100
M2
A4
ST
M1
A3
A2
A1
t2'×100/R
T'×100/R
T
t1'×100/R
t2'
(ST)
t1'
T'
T
V1
V2
R:100

【図６Ａ】


START
S1
モーション設定
S3
カム設定
S5
T'算出
B
S7
送り設定
S9
T算出
A

【図６Ｂ】


A
S11
T'＜T？
NO
YES
S13
R算出
S15
条件表示
C
S17
運転開始
S19
非加工領域？
NO
YES
S21
送り開始位置信号の送信
S23
生産終了？
NO
YES
END
S25
干渉チェック時間T'？
NO
YES
S27
干渉チェック
S29
送り設定変更あり？
NO
YES
S31
運転一時停止
B
C

フロントページの続き

(51)国際特許分類			FI		
B30B	*15/06*	*(2006.01)*	B30B	15/06	Z
B30B	*15/28*	*(2006.01)*	B30B	15/28	N

(56)参考文献 特開２００３－２４５８００（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０２１９３４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０１３０９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ３０Ｂ １３／００
Ｂ３０Ｂ １５／００ － １５／２８
Ｂ２１Ｄ ４３／０２ － ４３／０５