

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4018796号

(P4018796)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl.

B 2 3 B 13/02 (2006.01)

F I

B 2 3 B 13/02

A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平10-57909	(73) 特許権者	000127042
(22) 出願日	平成10年3月10日(1998.3.10)		株式会社アルプスツール
(65) 公開番号	特開平11-254202		長野県埴科郡坂城町大字坂城10070
(43) 公開日	平成11年9月21日(1999.9.21)	(74) 代理人	100083839
審査請求日	平成17年2月17日(2005.2.17)		弁理士 石川 泰男
		(72) 発明者	丸山 修一
			長野県埴科郡坂城町大字坂城10070
			株式会社アルプスツール内
		審査官	関 義彦
		(56) 参考文献	特開平06-055306(JP,A)
			特開平05-016002(JP,A)
		(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)	
			B23B 13/02

(54) 【発明の名称】 棒材供給機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

旋盤のベッド上に前進及び後退可能に取り付けられた主軸台の方へ棒材を供給するフィードパイプと、該フィードパイプを上記主軸台の移動する方向に沿って移動させる制御モータと、上記主軸台の移動を検出する検出器と、棒材の先端を位置決めする主軸台の前方に設けられたストッパと、上記検出器からの信号に基づき、棒材の加工サイクル中切削工程時に上記主軸台の前進又は後退に同期して上記フィードパイプを前進又は後退させるよう上記制御モータに対して信号を出力し、加工サイクル中切削工程を終えた主軸台が棒材を解放し後退する際に上記フィードパイプに棒材の位置保持のための送りをかけるよう上記制御モータに対して信号を出力し、加工サイクル中切削工程に際し上記主軸台が棒材を拘束した直後に上記制御モータの軸を一時的に無拘束状態にするように上記制御モータに対して信号を出力する制御部とを備えたことを特徴とする棒材供給機。

10

【請求項2】

上記制御部は、上記主軸台による棒材の拘束が解かれた旨の信号が上記旋盤から上記制御部に対し出力されるよりも前に、上記フィードパイプに棒材の位置保持のための送りをかけるための信号を上記制御モータに対して出力するようになっており、上記請求項1に記載の棒材供給機。

【請求項3】

上記制御部は、加工サイクルの開始の際上記主軸台が棒材を拘束した直後であって上記制御モータの軸を一時的に無拘束にする前に上記フィードパイプを少しばかり後退させるた

20

めの信号を上記制御モータ又は他の駆動源に対して出力するようになっていたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の棒材供給機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、旋盤の主軸台に対し棒材を正確に送ることができる棒材供給機に関する。

【0002】

【従来の技術】

図5に示されるように、主軸移動旋盤1により長尺の棒材2から複数個の製品を切り出す場合、棒材供給機3を旋盤1の主軸台4の延長線上に配置し、この棒材供給機3のフィードパイプ5により棒材2を旋盤1の方に供給する。

10

【0003】

この主軸移動旋盤1による加工サイクルについて説明すると、まず、前進用モータ6が駆動しフィードパイプ5を前進させて、棒材2を主軸台4の方に供給する。棒材2はその先端がストッパ7に当たることにより位置決めされる。この棒材2の前部を主軸台4のチャック8が掴んで固定すると、前進用モータ6の電源がOFFになり、制御モータ9の電源がONになり、ストッパ7が棒材2の延長線上から逃れ、加工サイクルが開始される。

【0004】

一つの加工サイクルにおいて、主軸台4は棒材2を回転させつつ自ら矢印方向Aに前進して棒材2を刃物10の方に送る。主軸台4の移動は検知器たるエンコーダ11により検知され、該エンコーダ11から制御部12に出力される。制御部12はその出力信号を処理し、制御モータ9を動作させ、フィードパイプ5を主軸台4に追従させる。また、刃物10による加工中に主軸台4が矢印方向Bに後退するときは、エンコーダ11がその後退を検知し、信号を出力する。そして、制御部12が作動して制御モータ9を逆転させる。このため、フィードパイプ5は主軸台4の前進又は後退と同期的に前進又は後退し、主軸台4とフィードパイプ5との間での棒材2に対する引張作用や圧縮作用を防止する。このように主軸台4が往復動して棒材2から一つの製品が切り出されることで一つの加工サイクルが終了する。

20

【0005】

次の加工サイクルに際しては、主軸台4のチャック8が開き主軸台4が矢印方向Bに後退する。その際、前進用モータ6が駆動し、弱い前進用トルクを棒材2に加え、棒材2の先端をストッパ7に押し付けるようにする。このため、主軸台4の後退にもかかわらず棒材2は定位置に止まり、次回に加工されるべき製品に必要な長さ分だけチャック8の前方に突出することになる。この後、チャック8が棒材2をチャッキングし、加工が開始される。

30

【0006】

以後、上記と同様な加工サイクルが繰り返され、一本の棒材2から複数個の製品が順次切り出される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

40

ところが、上述のごとく一つの製品について加工サイクルを終えて次の加工サイクルに移る際に前進用トルクを棒材2に加えるようにすると、棒材2はフィードパイプ5とストッパ7との間に挟まれて弾性変形又は塑性変形による撓みを生じる。特に棒材2が細い場合に撓みが生じ易い。棒材2に撓みが生じた状態でチャック8が閉じ、フィードパイプ5と主軸台4とが同期状態で前進すると、棒材2の回転状況が不安定になり、振動や騒音が発生し、製品の加工精度も低下するおそれがある。

【0008】

従って、本発明は、棒材から撓みを除去した状態で加工を開始することができる手段を提供することを目的とする。

【0009】

50

また、上述のごとく一つの製品の加工が終了し、次の製品を加工するために主軸台 4 のチャック 8 が棒材 2 を掴み換える時、棒材供給機 3 側は旋盤 1 から出力されるチャック開信号により主軸台 4 とフィードパイプ 5 との同期機能を解除すると共にフィードパイプ 5 に棒材 2 を定位置に保持するための送りをかける。ところが、チャック開信号が棒材供給機 3 に入力され、前進用モータ 6 が回転を開始したとしても、前進用モータ 6 からフィードパイプ 5 に至る機械系内の遊び等が吸収された後に初めて棒材 2 に推進力が伝わるので、旋盤 1 からのチャック開信号の出力時間が短いと棒材 2 を定位置に保持することが困難になる場合があり、そのような場合は棒材 2 の供給長さに不足を生じるおそれがある。また、チャック開信号が実際のチャック 8 の開動作よりも遅れて出力される場合もあり、そのような場合は前進用モータ 6 の回転開始が遅れ、棒材 2 を定位置に保持することが困難となり棒材 2 の供給長さに不足を生じるおそれがある。このように棒材 2 の供給長さが不足すると、製品が寸法不足の不良品になる。従来、そのような不都合を解消する手段として、旋盤 1 の加工プログラム中にチャック開信号の後にタイマーを入れて棒材供給機 3 の動作時間を確保することも試みられている。しかし、それでは製品の加工サイクルが長くなり、生産効率が低下する。また、前進用モータ 6 の回転開始の遅れにより棒材の位置がすでにずれてしまった後に送りをかけても、チャック開直前の位置に棒材を復帰させることは困難な場合が多い。

10

【 0 0 1 0 】

従って、本発明は機械系内の遊び、チャック開信号の遅れや出力時間の不足等が存在しても棒材を定位置に保持することができる手段を提供することを目的とする。

20

【 0 0 1 1 】**【課題を解決するための手段】**

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用する。

【 0 0 1 2 】

すなわち、請求項 1 に係る発明は、旋盤 (1 4) のベッド (1 5) 上に前進及び後退可能に取り付けられた主軸台 (1 6) の方へ棒材を供給するフィードパイプ (2 5) と、該フィードパイプ (2 5) を上記主軸台 (1 6) の移動する方向 (A , B) に沿って移動させる制御モータ (3 1) と、上記主軸台 (1 6) の移動を検出する検出器 (3 4) と、棒材 (1 8) の先端を位置決めする主軸台 (1 6) の前方に設けられたストッパ (2 0) と、上記検出器 (3 4) からの信号に基づき、棒材 (1 8) の加工サイクル中切削工程時に上記主軸台 (1 6) の前進又は後退に同期して上記フィードパイプ (2 5) を前進又は後退させるよう上記制御モータ (3 1) に対して信号 (4 1) 出力し、加工サイクル中切削工程を終えた主軸台 (1 6) が棒材 (1 8) を解放し後退する際に上記フィードパイプ (2 5) に棒材 (1 8) の位置保持のための送りをかけるよう上記制御モータ (3 1) に対して信号を出力し、加工サイクル中切削工程に際し上記主軸台 (1 6) が棒材 (1 8) を拘束した直後に上記制御モータ (3 1) の軸を一時的に無拘束状態にするように上記制御モータ (3 1) に対して信号 (3 9) を出力する制御部 (3 5) とを備えた棒材供給機を採用する。

30

【 0 0 1 3 】

請求項 2 の発明は、上記制御部 (3 5) が、上記主軸台 (1 6) による棒材 (1 8) の拘束が解かれた旨の信号 (3 8) が上記旋盤 (1 4) から上記制御部 (3 5) に対し出力されるよりも前に、上記フィードパイプ (2 5) に棒材 (1 6) の位置保持のための送りをかけるための信号 (3 9) を上記制御モータ (3 1) に対して出力するようになっている請求項 1 に記載の棒材供給機を採用する。

40

【 0 0 1 4 】

請求項 3 の発明は、上記制御部 (3 5) が、加工サイクルの開始の際上記主軸台 (1 6) が棒材 (1 8) を拘束した直後であって上記制御モータ (3 1) の軸を一時的に無拘束にする前に上記フィードパイプ (2 5) を少しばかり後退させるための信号 (4 4) を上記制御モータ (3 1) 又は他の駆動源に対して出力するようになっている請求項 1 又は請求項 2 に記載の棒材供給機を採用する。

50

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 1 6 】

実施の形態 1

図 1 及び図 2 に示されるように、棒材供給機 1 3 は主軸移動旋盤 1 4 に隣接するように設けられる。

【 0 0 1 7 】

主軸移動旋盤 1 4 は、ベッド 1 5 上に主軸台 1 6 を有し、該主軸台 1 6 に設けられたチャック 1 7 により棒材 1 8 を把持するようになっている。主軸台 1 6 は、図示しない駆動源からの動力によりベッド 1 5 上を矢印方向 A への前進と矢印方向 B への後退が可能であり、この前進と後退により棒材 1 8 を刃物 1 9 で加工し又は棒材 1 8 を掴み換える。主軸台 1 6 のチャック 1 7 の前方には棒材 1 8 の位置決めの際に棒材 1 8 の先端を受け止め停止させるためのストッパ 2 0 が設けられている。ストッパ 2 0 は主軸台 1 6 が往復運動をする時は図示の位置から逃れるようになっている。

10

【 0 0 1 8 】

棒材供給機 1 3 は、主軸移動旋盤 1 4 の本体とは別体のフレーム 2 1 を有している。このフレーム 2 1 の前方に操作パネル 2 2 が設けられ、この操作パネル 2 2 の一部にキーボード 2 3 が設けられている。フレーム 2 1 の下面にはコントロールボックス 2 4 が配置され、このコントロールボックス 2 4 によって棒材 1 8 の送り状態がコントロールされるよう

20

【 0 0 1 9 】

棒材供給機 1 3 は、そのフレーム 2 1 内に棒材 1 8 をその後方から支持するフィードパイプ 2 5 を備えている。フィードパイプ 2 5 の前端には、棒材 1 8 の後端を掴んで保持するためのフィンガーチャック 2 6 が回転自在に取り付けられている。フィードパイプ 2 5 はフレーム 2 1 内に固定された図示しない案内溝に案内されつつ往復運動を行うようになっている。

【 0 0 2 0 】

ここで、主軸台 1 6 とフィードパイプ 2 5 の動作の関係について説明する。棒材 1 8 の一つの加工サイクルの開始に祭し、棒材 1 8 の先端がストッパ 2 0 に当たり棒材 1 8 が位置決めされるとチャック 1 7 が棒材 1 8 を掴む。主軸台 1 6 はその主軸を回転させながら矢印方向 A , B に何回か往復移動し、その間刃物 1 9 が棒材 1 8 を切削して製品を加工し棒材 1 8 から切り離す。フィードパイプ 2 5 は主軸台 1 6 の往復運動と共に往復運動を行いつつ、棒材 1 8 と共に回転するフィンガーチャック 2 6 を介して棒材 1 8 を後方から支持する。一つの製品の切り出しが終了すると、主軸台 1 6 はチャック 1 7 を開いて棒材 1 8 を解放し、矢印方向 B へ後退する。その際、ストッパ 2 0 は棒材 1 8 の延長線上に復帰し、フィードパイプ 2 5 は前方へ駆動され棒材 1 8 をストッパ 2 0 に押し当てようとする。棒材 1 8 の先端がストッパ 2 0 に当接し棒材 1 8 の位置決めが終了すると、後退し終わった主軸台 1 6 のチャック 1 7 が棒材 1 8 の新しい個所を掴む。これにより、製品に必要な長さが確保され、次の加工サイクルが開始される。

30

40

【 0 0 2 1 】

フィードパイプ 2 5 は、上記のように一つの加工サイクルにおいて主軸台 1 6 と共に往復移動するが、その際棒材 1 8 が主軸台 1 6 とフィードパイプ 2 5 とにより引張力や圧縮力を受けて変形したりすることがないように、フィードパイプ 2 5 は次のような同期駆動装置により駆動される。

【 0 0 2 2 】

すなわち、フィードパイプ 2 5 の側面にはフレーム 2 1 の長さ方向に沿って滑動するスライダ 2 7 が連結され、該スライダ 2 7 に無端チェーン 2 8 が連結される。無端チェーン 2 8 はフレーム 2 1 の前後部に夫々設けられたプーリ 2 9 , 3 0 に巻回される。後方のプーリ 3 0 は制御モータ 3 1 により駆動される。制御モータ 3 1 としては例えばステップモータ

50

タ又はサーボモータが使用される。制御モータ31が何れかの向きに回転すると、無端チェーン28が同じ向きに走行し、フィードパイプ25は案内溝中を前進し又は後退する。

【0023】

一方、主軸台16にはその移動量を検出するためタイミングベルト32が連結されている。タイミングベルト32の他端は引張りコイルバネ33を介しベッド15側に連結されている。タイミングベルト32には主軸台16の移動量を検出する検出器であるエンコーダ34の駆動歯車が噛み合っている。主軸台16が往復移動すると、タイミングベルト32も往復移動を行い、これにより該主軸台移動量検出用エンコーダ34が主軸台16の移動量をパルス数として検出する。

【0024】

なお、タイミングベルト32に代えて他のベルトやロープ、ラック等を用いることもできる。また、エンコーダ34に代えてレーザー測定器、マグネスケール、差動トランス等を用いることもできる。

【0025】

上記主軸台移動量検出用エンコーダ34からの出力信号はコントロールボックス12内の制御部35で処理されて上記制御モータ31に出力される。制御部35は、主軸台移動量検出用エンコーダ34からのA相、B相のパルス列をコントローラ36によりドライバ37の作動信号出力に変換し、該ドライバ37によりコントローラ36からの出力を処理し所定の信号として上記制御モータ31に出力するようになっている。

【0026】

このような同期駆動装置により、各加工サイクルの切削工程中は、主軸台15の前進又は後退に同期して、フィードパイプ25も同方向に同速度で移動する。これにより、棒材18の撓み等の変形が防止されることとなる。

【0027】

また、今回の加工サイクルから次回の加工サイクルに移行する時、上述のごとくフィードパイプ25により棒材18を前方のストッパ20に押し当てようとするが、その際制御モータ31の駆動によりフィードパイプ25に送りをかけると、棒材18はフィードパイプ25とストッパ20との間に挟まれて弾性変形による撓みを生じる場合がある。殊に棒材18が細い場合にそのような撓みが生じ易い。これを防止するため、この棒材供給機13の制御部35は図3に示すような制御を行うようになっている。

【0028】

すなわち、棒材供給機13の制御部35は、旋盤14よりチャック開信号38が送られて来ると(同図(I))、該チャック開信号38の入力時間 T_1 が経過した後に電源OFF信号39を発生し、制御モータ31の電源を時間 T_3 (例えば、0~0.5秒)だけOFFにする(同図(V))。チャック17はチャック開信号38の入力時間 T_1 が経過すると閉じて棒材18を把持するが、チャック17が閉じてもその後の時間 T_3 の間だけ制御モータ31の軸が一時的に無拘束状態になり、フィードパイプ25はフリーになるので、棒材18の弾性による撓みは解消される。その後、制御モータ31に通電され、チャック開信号38がOFFになった時間 T_4 内で製品の切削加工が行われるが(同図(I))、この切削加工中制御部35より制御モータ31にパルスが入力されることによりフィードパイプ25は主軸台16の移動と同期して移動する。このように、切削開始当初に棒材18の撓みが解消される結果、棒材18が安定して回転し、製品の加工精度が高められる。また、棒材18の切削中は同期信号41(図3(IV))が制御モータ31に出力される結果、フィードパイプ25が主軸台16の移動に同期して移動し棒材18に変形が生じるのを防止する。

【0029】

また、上述のごとくチャック開信号38が棒材供給機13の制御部35に入力され、制御モータ31が回転を開始する際、制御モータ31からフィードパイプ25に至る機械系内の遊びの吸収、チャック開信号38の出力時間の不足、チャック開信号38の遅れ等により棒材18の先端がストッパ20に当たらない状態でチャック17が閉じ、切削が開始さ

10

20

30

40

50

れる場合もあり、そのような場合は棒材 18 の供給長さに不足を来すおそれがある。これを防止するため、この棒材供給機 13 の制御部 35 は図 3 のような制御を行うようになっている。

【0030】

すなわち、この棒材供給機 13 の制御部 35 は、旋盤 14 よりチャック開信号 38 (同図 (I)) が送られて来る直前に、フィードパイプ 25 に棒材 18 の位置保持のための送りかけるべく送り動作信号 39 を上記制御モータ 31 に対して出力するようになっている (同図 (II))。この送り動作信号 39 を出力する時期は、前回の加工サイクルにおけるチャック開信号 38 の OFF から制御部 35 の内蔵タイマー (図示せず) により計測することによって得られる。タイマーには時間 T_5 がセットされ、前回の加工サイクルにおけるチャック開信号 38 の OFF から時間 T_5 が経過すると、チャック開信号 38 が ON になる直前に制御部 35 は棒材 18 をストッパ 20 の方へと前進させるための送り動作信号 39 を制御モータ 31 の方へ送る (同図 (II))。制御モータ 31 は時間 D だけフィードパイプ 25 を前進させる向きに回転し、その結果チャック開信号 38 の遅れ等にも拘わらず棒材 18 の先端はストッパ 20 に当たり、棒材 18 の必要供給量が確保される。時間 D はパルス数で設定される。設定範囲は、 $0 < D < T_1 + T_2$ とされる。ただし、 T_2 はチャックが締め切り切るのに必要な時間であり、例えば 0 ~ 0.5 秒である (同図 (IV))。時間 D 内に制御モータ 31 からフィードパイプ 25 に掛けられる送り用のトルクは、棒材 18 に無理な力が掛からないように低減され、このトルク低減のためのトルク切換信号 40 が制御部 35 から制御モータ 31 に対し出力される (同図 (III))。制御モータ 31 には小さな励磁電流が供給される結果、棒材 18 は小さな力でストッパ 20 に押し当てられる。これにより、棒材 18 は製品に必要な長さだけ主軸台 16 の方へと供給されることとなる。

【0031】

なお、この図 3 (III) に示されるトルク切換信号 40 は、旋盤 14 を制御するためのプログラム上チャック開信号 38 のコードの前に該信号を出力する旨のコードを作成することによっても出力することができる。

【0032】

その他、フィードパイプ 25 の移動と共に回転するブリー 29 の軸にはフィードパイプ位置検出用エンコーダ 42 が取り付けられている。該フィードパイプ位置検出用エンコーダ 42 による検出信号はシーケンサ 43 を経てドライバ 37 に送られる。この検出信号は例えば一本の棒材 18 から切り出し得る製品の個数の管理等に利用され、棒材 18 の残りが少なくなるとこの検出信号に基づきフィードパイプ 25 は残材排出位置へと後退する。

【0033】

次に、上記主軸移動旋盤の作動について説明する。

【0034】

まず、チャック開信号 38 (図 3 (I)) によりチャック 17 が開いている間、制御モータ 31 の低トルク駆動によりフィードパイプ 25 が前進し、棒材 18 を主軸台 16 の方へ送る。チャック 17 が開くと主軸台 16 も元の位置へと後退する。その場合、チャック開信号 38 が出力されるよりも少しばかり前に制御モータ 31 が駆動を開始し (図 3 (II))、棒材 18 を低トルクで押し送り (図 3 (III))、チャック開信号 38 の出力が実際のチャック開よりも遅れたり、フィードパイプの送りに多少遊びが存在したりしても、棒材 18 は適正長さ送り込まれ、その先端がストッパ 20 に当たることにより旋盤 14 内で位置決めされる。

【0035】

チャック開信号 38 が OFF になると、制御部 35 はチャック 17 が締め切り切るのを待つて同期信号を制御モータに出力する。これにより、主軸台の移動に同期してフィードパイプを移動させる準備が整う (図 3 (IV))。

【0036】

続いて、制御部 35 は制御モータ 31 の電源を切って制御モータ 31 の軸をフリーにする

10

20

30

40

50

(図3(V))。このため、棒材18の送りに伴い棒材18に弾性による撓みが生じていたとしても、その変形は解消される。

【0037】

この後、主軸台16が移動を開始し、棒材18の切削が開始される。次の加工サイクルのためのチャック開信号38が出力されるまでの間、主軸台16が何度か往復移動し、刃物19が製品を加工する。製品の加工の際主軸台16の移動に同期してフィードパイプ25も駆動されるので、棒材18に無理な力が加わるのが防止される。

【0038】

製品が棒材18から切り離されると、チャック開信号38の入力により上記動作からなる加工サイクルが繰り返され、順次製品が加工される。

10

【0039】

実施の形態2

図2及び図4に示されるように、この棒材供給機13の制御部35は、実施の形態1におけると異なり、同期信号41がONになると同時に制御モータ31に逆転動作信号44を出力するようになっている(図4(V))。これにより、加工サイクルの開始の際チャック17が締まって主軸台16が棒材18を拘束した直後にフィードパイプ25が少しばかり後退し、チャック17との間で棒材18を引張る。従って、棒材18に送りの際に塑性変形が生じていたとしても、引き伸ばされ、変形が解消することとなる。逆転動作信号44の出力時間 D_2 はパルス数で設定される。

【0040】

20

なお、この棒材18の後方への引張りは、制御モータ31によるほか、他のモータ、シリンダ等他の駆動源の利用により行うこともできる。その場合は、制御モータ31の軸を無拘束状態にする。

【0041】

【発明の効果】

本発明は、以上のように構成したので、主軸移動旋盤に棒材を適正長さ供給し、不良品の発生を防止することができる。また、棒材の供給の際に棒材に撓みが発生しても、これを解消して加工に移行することができ、従って棒材を安定回転させて、製品の加工精度を高め、振動や騒音の発生を防止しつつ静粛運転を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明に係る棒材供給機を主軸移動旋盤と共に示す側面図である。

【図2】棒材供給機を主軸移動旋盤と共に示す斜視図である。

【図3】棒材供給機の動作を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の他の実施の形態に係る棒材供給機の動作を示すタイムチャートである。

【図5】従来の棒材供給機を主軸移動旋盤と共に示す斜視図である。

【符号の説明】

14...旋盤

15...ベッド

16...主軸台

18...棒材

40

20...ストッパ

25...フィードパイプ

31...制御モータ

34...検出器

35...制御部

38...チャック開信号

39...電源OFF信号

41...同期信号

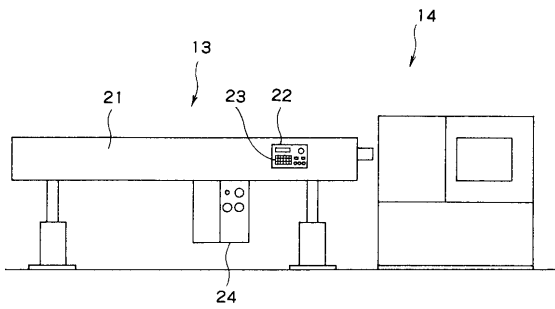
44...逆転動作信号

A...前進方向

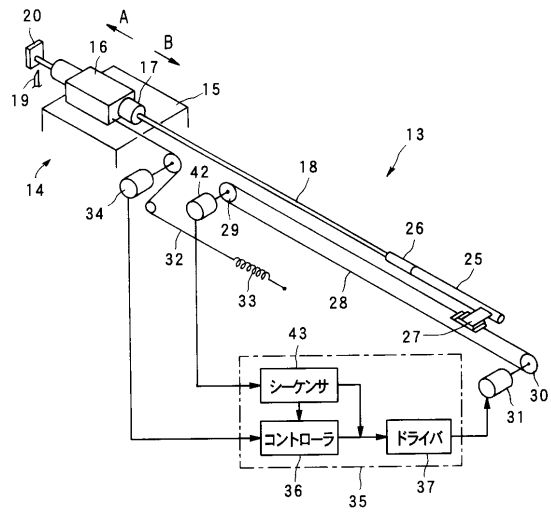
50

B ... 後退方向

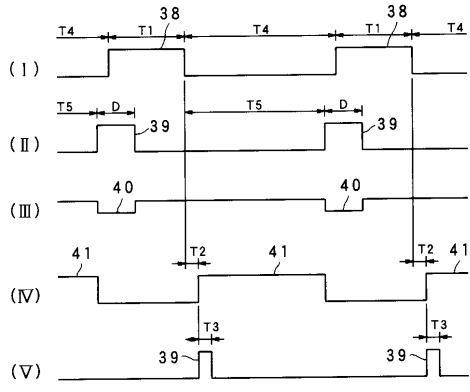
【図1】



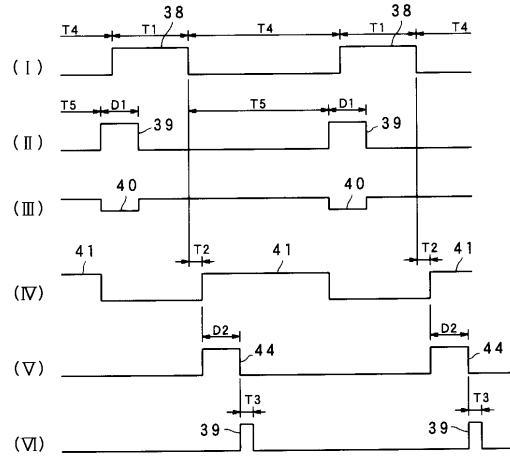
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

