

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4077844号
(P4077844)

(45) 発行日 平成20年4月23日(2008.4.23)

(24) 登録日 平成20年2月8日(2008.2.8)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 3 Q 5/28 (2006.01)

B 2 3 Q 5/28

B

B 2 3 Q 5/54 (2006.01)

B 2 3 Q 5/54

A

B 2 3 H 7/02 (2006.01)

B 2 3 H 7/02

G

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-36995 (P2006-36995)
 (22) 出願日 平成18年2月14日(2006.2.14)
 (65) 公開番号 特開2007-216316 (P2007-216316A)
 (43) 公開日 平成19年8月30日(2007.8.30)
 審査請求日 平成19年2月19日(2007.2.19)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 390008235
 ファナック株式会社
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
 ○番地
 (74) 代理人 100082304
 弁理士 竹本 松司
 (74) 代理人 100088351
 弁理士 杉山 秀雄
 (74) 代理人 100093425
 弁理士 湯田 浩一
 (74) 代理人 100102495
 弁理士 魚住 高博
 (72) 発明者 喜多 祐樹
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
 ○番地 ファナック株式会社 内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制動装置を備えた工作機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リニアモータによって可動軸が駆動され、該可動軸に制動装置を備えた工作機械において、前記制動装置は、前記可動軸を制動している状態において前記可動軸が所定量だけ移動できるよう、直交する3軸方向にあそびが設けられて設置され、前記リニアモータが励磁中であり、非加工中で、かつ前記可動軸への動作指令がなく停止中に前記制動装置が作動させられることを特徴とする制動装置を備えた工作機械。

【請求項 2】

前記制動装置は、可動軸と並行に設置されたシャフトに摩擦体を押し当てることにより制動を行なうものであって、前記シャフトの固定端に所定量のあそびを設けて設置されることを特徴とした請求項 1 に記載の制動装置を備えた工作機械。

【請求項 3】

前記工作機械はワイヤ放電加工機であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の制動装置を備えた工作機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可動軸がリニアモータで駆動される工作機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工作機械やワイヤ放電加工機においては、可動軸を駆動する駆動源を回転型のモータとしている。サーボモータの回転運動をボールネジ/ナット機構等の回転運動を直線運動に変換する変換機構を介して、可動軸を直線移動させる方式が一般的に採用されている。

近年、直動型のリニアモータを送り軸の駆動源に用いた工作機械も実用化されている。

【0003】

例えば、ワイヤカット放電加工機の送り軸の駆動源にリニアモータを用いたものは、特許文献1～3で公知である。又、工作機械の送り軸の駆動にリニアモータを用いたものも特許文献4で公知である。この特許文献4には、緊急停止スイッチが作動されたとき或いは電源に故障があるときに、制動装置を駆動してリニアモータで駆動される可動軸（スライド）を制動して固定するようにすることも記載されている。また、特許文献5に記載されているように、放電加工機において、非励磁中にブレーキを作動させることによって、非励磁中の可動軸の移動を防止することが従来から広く行なわれている。

【0004】

【特許文献1】特開昭61-226225号公報

【特許文献2】特開昭63-2626号公報

【特許文献3】特開平8-318433号公報

【特許文献4】特開平6-297286号公報

【特許文献5】特開2000-225526号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

可動軸に該可動軸を駆動するモータ以外から外力が作用する場合、この外力がモータに作用してモータに過負荷がかかり、この外力によってモータが移動してしまう場合がある。回転型のサーボモータ等で可動軸を駆動する従来の一般的な工作機械等においては、上述したようにボールネジ/ナット機構のような回転運動を直線運動に変換する機構が可動軸とモータ間に介在し、かつ、この変換機構内にはバックラッシュやバネ要素等を包含していることから、可動軸に外力が作用しても、この変換機構内のバックラッシュやバネ要素等によって、その外力の作用を吸収し、モータに外力が作用する影響は少ない。

しかし、可動軸の駆動源にリニアモータを用いた場合、ボールネジ/ナット機構等の変換機構がないことから、より高速で、高応答な軸送りが可能となる反面、可動軸に外力が作用したとき、その外力が直接リニアモータに作用することになる。

工作機械のテーブルに被加工物を取り付けるときなど、可動軸のテーブルに大きな外力がかかる場合があり、この外力が直接リニアモータに作用する場合がある。

特に、ワイヤ放電加工機の場合、実際に被加工物を加工する時の軸送りに必要な力より、被加工物を被加工物置き台に置く際などに加えられる外力の方が大きい場合がある。

【0006】

そのため、実際の加工時の軸送りに必要な力をもとにリニアモータの選定を行なうと、リニアモータ励磁中に前述のような大きな外力が加わった場合、リニアモータが過負荷となったり、可動軸が移動してしまうことがある。

これを防ぐためには、想定される外力に合せてリニアモータ及びそのリニアモータを駆動するアンプを選定する必要がある。

通常、リニアモータに限らず一般的な装置は、その定格付近で使用するのが、もっとも制御性が良く、効率的である。しかし、想定される外力に合せて選定を行なうと、実際の加工時の軸送りに必要な力に比べて大きな力を発生させるリニアモータ及びそのリニアモータを駆動するアンプを選定せざるを得なくなるという問題がある。

【0007】

そこで、本発明は、実際の加工時の軸送りに必要な力に相応したリニアモータ、及びそのリニアモータを駆動するアンプを選定したうえで、想定される外力による不具合を防止することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、リニアモータによって可動軸を駆動し、該可動軸に制動装置を備えた工作機械において、前記リニアモータが励磁中であり、非加工中で、かつ前記可動軸への動作指令がなく停止中に前記制動装置を作動させることによって、可動軸が停止中に外力によって移動することを防止したものである。特に、前記制動装置を、可動軸を制動している状態において可動軸が所定量だけ移動できるよう、直交する3軸方向にあそびが設けられて設置されることによって、リニアモータの励磁中で、制動装置が作動しているときに過電流が流れることを防止した。制動装置を、可動軸と並行に設置されたシャフトに摩擦体を押し当てることにより制動を行なうもので構成し、前記シャフトの固定端に所定量のあそびを設けるようにした。また、特にワイヤ放電加工機に本発明を適用した。

10

【発明の効果】

【0009】

リニアモータが励磁中でも、非加工中で、停止中の可動軸に対しては、制動装置が作動して該可動軸を制動しロックしているから、外力が作動しても該可動軸は移動せず安全である。又、過大な負荷がこの可動軸を駆動するリニアモータにもかからないので、リニアモータを必要以上の大出力のものを必要とせず、加工時の軸送りに必要な力に相応したりリニアモータ及びアンプを用いればよく、安価に構成することができる。又、制動装置にあそびを設けることによって、可動軸を制動している際に過電流がリニアモータに流れることを防止している。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明を適用した一実施形態として、工作機械がワイヤ放電加工機の例で以下説明する。特に、ワイヤ放電加工機では、加工中に軸送り装置に大きな外力が加わる可能性は低く、大きな外力が加わる可能性が高いのは、被加工物を被加工物置き台に設置するなどの加工準備中である。この加工準備中に大きな外力が作用してリニアモータに過負荷がかかることを防止するようにしたものである。

【0011】

図1は、本実施形態のワイヤ放電加工機の概要図である。

ワイヤ放電加工機のベッド3には、直線移動ガイド31を介してサドル4が、図中紙面垂直方向に移動可能に取り付けられている。なお、このサドル4の移動方向をX軸方向とし、このサドル4をX軸の可動軸という。又、該サドル4には直線移動ガイド32を介してテーブル5が図中左右方向に移動可能に取り付けられている。このテーブル5のサドル4に対するテーブル5の移動方向をY軸方向、テーブル5をY軸の可動軸という。テーブル5には被加工物置き台2が設けられ、該被加工物置き台2には、被加工物1が取り付けられるようになっている。なお、図1ではテーブル5に加工槽が取り付けられており、該加工槽内に被加工物置き台2が配置され、加工槽内の加工液中に被加工物1が配置されるようになっている。

30

【0012】

又、ベッド3には、コラム6が立設され、該コラム6の上端には直線移動ガイド33を介してUVサドル7が図中左右方向に移動可能に取り付けられている。このUVサドル7の移動方向をV軸方向、UVサドル7をV軸の可動軸という。又、UVサドル7には、直線移動ガイド34を介してUVテーブル8が、図中紙面垂直方向に移動可能に取り付けられている。このUVテーブル8の移動方向をU軸方向、UVテーブル8をU軸の可動軸という。又、UVテーブル8には、ワイヤ電極供給部が設けられ、ワイヤ40はワイヤガイド等を介して被加工物1との加工部に供給され、ワイヤ回収箱9に回収されるようになっている。

40

【0013】

ベッド3とサドル4との間には、サドル4をX軸方向に駆動するX軸のリニアモータ11、サドル4とテーブル5との間にはテーブル5をY軸方向に駆動するY軸のリニアモータ

50

タ 1 2、コラム 6 と U V サドル 7 との間には U V サドル 7 を V 軸方向に駆動する V 軸のリニアモータ 1 3、U V サドル 7 と U V テーブル 8 との間には U V テーブル 8 を U 軸方向に駆動する U 軸のリニアモータ 1 4 が配置されると共に、X 軸、Y 軸、V 軸、U 軸用の各制動装置 2 1、2 2、2 3、2 4 が配置されている。図 1 では、ベッド 3 とサドル 4 との間に設けられた X 軸用の制動装置 2 1、及び U V サドル 7 と U V テーブル 8 との間に配置された U 軸用の制動装置 2 4 のみを示し、Y 軸用の制動装置 2 2、V 軸用の制動装置 2 3 については、図 1 では図示していない。なお、図 1 中、符号 1 1 1 は、リニアモータ 1 1 を構成する永久磁石であり、ベッド 3 に固定されている。又、符号 1 1 2 はリニアモータ 1 1 を構成する電磁石であり、サドル 4 に固定されている。他のリニアモータ 1 2、1 3、1 4 も同様であって、永久磁石と電磁石が所定間隙をもって対向し、相対移動する部材の一方に永久磁石が、他方に電磁石が取り付けられている。

10

【0014】

X 軸、Y 軸、V 軸、U 軸用のリニアモータ 1 1、1 2、1 3、1 4 と並列に X 軸、Y 軸、V 軸、U 軸用の制動装置 2 1、2 2、2 3、2 4 それぞれが設けられ、各リニアモータ 1 1、1 2、1 3、1 4 で駆動される可動軸の移動に対して制動をかけるように構成されている。

図 2 は、図 1 における A - A 断面図であり、各制動装置の構成をベッド 3 とサドル 4 間に設けた制動装置 2 1 を例にとって説明する。

ベッド 3 には、サドル 4 の移動方向の両端に制動装置 2 1 の固定端 2 1 1 が取り付けられ、該両固定端 2 1 1 間には、サドル 4 の移動方向（X 軸方向）と平行にシャフト 2 1 3 が取り付けられている。固定端 2 1 1 とシャフト 2 1 3 との連結部の拡大図を、図 2 の（a）に示す。シャフト 2 1 3 は固定端 2 1 1 に設けられた穴 2 1 1 a に挿入され保持されているが、シャフトの端面と固定端 2 1 1 の穴 2 1 1 a の底面との間にはあそび $\delta 1$ が存在するように形成され、かつ穴 2 1 1 a の周面とシャフト 2 1 3 の外周面間にもあそび $\delta 2$ が存在するように形成されてシャフト 2 1 3 は、両固定端 2 1 1 に保持されている。

20

【0015】

サドル 4 には制動装置 2 1 を構成する把持装置 2 1 2 が取り付けられ、該把持装置 2 1 2 は、圧縮空気の供給又は遮断を制御することによって、摩擦体をシャフト 2 1 3 に押し当て把持して、サドル 4 のベッド 3 に対する相対移動を制動するようになっている。制動装置 2 1 が作動し、把持装置 2 1 2 がシャフト 2 1 3 を把持した際、シャフト 2 1 3 は固定端 2 1 1 であそび $\delta 1$ 、 $\delta 2$ をもって保持されているから、可動軸のサドル 4 は僅か所定量の範囲内で移動可能であり、リニアモータ 1 1 は完全に拘束されず、安定した位置に停止し、リニアモータ 1 1 に過電流が流れることを防止している。

30

【0016】

以上の構成によって、ワイヤ 4 0 を供給部から放電加工部に供給しワイヤ回収箱 9 に回収するようにワイヤを走行させ、かつ、ワイヤ 4 0 と被加工物 1 間に電圧を印加し、加工プログラム等に基づいて、X 軸、Y 軸用のリニアモータ 1 1、1 2 を駆動することによって、テーブル 5 及び被加工物 1 を直交する X 軸、Y 軸方向に駆動し、ワイヤ 4 0 により被加工物 1 を放電加工する。さらには、V 軸、U 軸リニアモータ 1 3、1 4 を駆動して U V テーブル 8 を直交する V 軸、U 軸方向に移動させて、ワイヤ 4 0 を傾け、被加工物 1 に対してテーパ加工を行う。

40

【0017】

ワイヤ放電加工機の電源をオフとした場合、リニアモータ 1 1、1 2、1 3、1 4 の励磁が断たれる。テーブル 5 や U V テーブル 8 等の可動軸は、直線移動ガイド 3 1、3 2、3 3、3 4 で保持ガイドされているが、リニアモータの励磁が解かれていることから、これら可動軸 5、8 に外力が加わったとき、その外力に抵抗する力がほとんどなく、自由に移動することになり危険である。そのため、従来技術と同様に、リニアモータ 1 1、1 2、1 3、1 4 が非励磁のときには、制動装置を作動させて可動軸の移動を防止する。

【0018】

本実施形態においては、リニアモータ 1 1、1 2、1 3、1 4 が励磁中でも、非加工中

50

で、かつ、可動軸が停止中にも制動装置 2 1 ~ 2 4 を動作させることによって、外力が可動軸に作用しリニアモータ 1 1 ~ 1 4 に過負荷がかからないようにしている。

被加工物 1 を被加工物置き台 2 に取り付ける作業等の加工準備等を行なう際に、リニアモータ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 の位置を保とうとする力に、制御装置 2 1 ~ 2 4 の制動力が加わることで、リニアモータ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 の位置を保とうとする力以上の外力に抗することができる。

さらに、リニアモータ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 が励磁中に制動装置を作動させてロックすると、リニアモータ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 が安定した位置に移動しようとしてリニアモータに過電流が流れる恐れがある。そのために、本実施形態では、制動装置のシャフト 2 1 3 を固定端 2 1 1 でギャップ $\delta 1$, $\delta 2$ をもって保持するようにして、制動装置が作動しても、所定量の範囲内で相対移動できるように構成して、リニアモータを完全に拘束しないので、リニアモータに過電流が流れることを防止している。

10

【 0 0 1 9 】

図 3 は、この実施形態のワイヤ放電加工機を制御する制御装置の要部ブロック図である。ワイヤ放電加工機を制御する数値制御装置等で構成される制御装置 5 0 は、プロセッサ 5 1 と該プロセッサ 5 1 にバス 5 8 で結合されている、ROM , RAM 等からなるメモリ 5 2 , 表示器 5 3 , 手動送り等を指令するスイッチなどのキーボード等で構成される入力手段 5 4 、加工プログラム等を外部記憶媒体から入力又は出力するインターフェース 5 5 、各軸制御回路 5 6 、入出力回路 5 7 等で構成されている。

【 0 0 2 0 】

20

軸制御回路 5 6 は、被加工物 1 が取り付けられるテーブル 5 を直交する X 軸、Y 軸方向に駆動するリニアモータ 1 1 , 1 2 、UV テーブル 8 を直交する V 軸、U 軸方向に移動させるリニアモータ 1 3 , 1 4 を制御するもので、各リニアモータの位置、速度、電流のフィードバック制御手段等を備える。この各軸制御回路 5 6 には、各モータのアンプ 5 9 を介して各リニアモータ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 が接続されている。なお各リニアモータには位置・速度検出器が取り付けられ、位置、速度をそれぞれの軸制御回路にフィードバックするように構成されているが、この図 3 では省略している。又、図 3 ではアンプとリニアモータは 1 つのみ図示している。

【 0 0 2 1 】

又、入出力回路 5 7 には、ワイヤ放電加工機のワイヤ 4 0 と被加工物 1 間に電圧を印加して放電を生じせしめるための電源回路 6 0 , ワイヤ 4 0 を供給するワイヤ電極供給装置 6 1 、制動装置 2 1 ~ 2 4 、さらには、その他の周辺機器、スイッチ、センサ等に接続されている。

30

【 0 0 2 2 】

上述したワイヤ放電加工機の制御装置 5 0 の構成は、従来から公知のワイヤ放電加工機の制御装置の構成とほぼ同一であり、入出力回路 5 7 に制動装置 2 1 ~ 2 4 が接続されている。

【 0 0 2 3 】

この制御装置 5 0 によって、加工プログラムに基づいて、プロセッサ 5 1 は、入出力回路 5 7 を介して、電源回路 6 0 を駆動してワイヤ 4 0 と被加工物 1 の間に電圧を印加させながら、かつ、ワイヤ電極供給装置 6 1 を駆動しワイヤを走行させ、さらに、各軸制御回路 5 6 に各リニアモータへの移動指令を出力して、各リニアモータの位置、速度、電流を制御しながら、被加工物 1 に対して放電加工を行う。以上の点は、従来のワイヤ放電加工機と同一の動作である。

40

【 0 0 2 4 】

本実施形態は、制動装置 2 1 ~ 2 4 の制御に特徴を有するものであり、この制動装置 2 1 ~ 2 4 の制御処理を図 4 に示すフローチャートと共に説明する。

【 0 0 2 5 】

プロセッサ 5 1 は、リニアモータ 1 1 ~ 1 4 を励磁する励磁信号がオンか判断し (ステップ S 1) 、励磁信号がオフで、リニアモータ 1 1 ~ 1 4 が動作可能状態でない場合、す

50

なわち、ワイヤ放電加工機が動作可能状態になっていない場合では、ステップS4に移行し、全ての制動装置21～24をオンとし、各可動軸をロックし、当該処理周期の処理を終了する。すなわち、制動装置21の作動で、サドル4はベッド3に対してロックされ相対移動ができないようにされ、又、制動装置22の作動でテーブル5は、サドル4に対して相対移動ができないようにロックされ、UVサドル7は制動装置23の作動でコラム6に対して相対移動ができないようにロックされ、UVテーブル8は、制動装置24の作動によってUVサドル7に対して相対移動ができないようにロックされる。

【0026】

一方、励磁信号がオンであるときには(ステップS1)、ワイヤ放電加工機の加工中を示すマシニング信号がオンか(ステップS2)、ジョグ送り指令やステップ送り指令等の手動送り指令がオンか判断し(ステップS3)、いずれもオンでないときは、上述したように各制動装置21～24を作動させ(ステップS4)、各可動軸(サドル4、テーブル5、UVサドル7、UVテーブル8)をロックする。この場合、各リニアモータ11～14は励磁されているが、各可動軸がロックされていることから、可動軸に外力が作用しても、可動軸を駆動するリニアモータに過負荷がかかることはない。又、前述したように、各制動装置21～24のシャフト213は、その固定端211であそびをもって保持されていることから、各リニアモータ11～14の永久磁石111と電磁石112は、安定した位置に保持され、各可動軸(サドル4、テーブル5、UVサドル7、UVテーブル8)は保持されることになり、リニアモータ11～14に過大電流が流れることはない。

【0027】

一方、加工中を示すマシニング信号がオンで加工中のときには(ステップS2)、制動装置21～24をオフとして、制動を解除し、各可動軸の移動を可能とする(ステップS6)。さらに、マシニング信号はオフで非加工中のときにおいても、可動軸の移動をさせるとき、制動装置の制動を解除する。すなわち、オペレータが、入力手段54より、軸選択スイッチを選択して手動送り軸を選択し、かつ、ジョグ送りスイッチやステップ送りスイッチを操作され、ジョグ送り指令やステップ送り指令等の手動送り指令をオンとすると(ステップS3)、選択された軸の制動装置21～24をオフとし制動を解除して、その可動軸(サドル4、テーブル5、UVサドル7、UVテーブル8)のみを移動可能とし、他の停止中の可動軸の制動装置はオン状態を保持する(ステップS5)。

例えば、X軸が選択され、ジョグ送りスイッチが操作されると、X軸用の制動装置21がオフとなり、制動が解除され、サドル4はベッド3に対して自由に移動可能となり、ジョグ送りスイッチの操作で、リニアモータ11が駆動されて、サドル4及びテーブル5はX軸方向に移動することになる。このとき、他の可動軸の制動装置はオンの状態で可動軸をロックしているから、誤って、他の可動軸に力を加えても他の可動軸の移動は生じない。

また、いずれか一つ、またはそれ以上の数の軸を移動させている最中に、被加工物1を被加工物置き台2に取り付ける等の作業を行なうことは殆ど無いので、例えば、ジョグ送りスイッチが操作されることにより、全軸の制御装置をオフしてもかまわない。

【0028】

上述した実施形態では、本発明をワイヤ放電加工機に適用した例を説明したが、ワイヤ放電加工機以外の可動軸がリニアモータで駆動される他の工作機械にも本発明は適用できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明をワイヤ放電加工機に適用したときの一実施形態の概要図である。

【図2】図1におけるA-A断面図である。

【図3】同実施形態におけるワイヤ放電加工機を制御する制御装置の要部ブロック図である。

【図4】同実施形態における制動装置の制御アルゴリズムを示すフローチャートである。

【符号の説明】

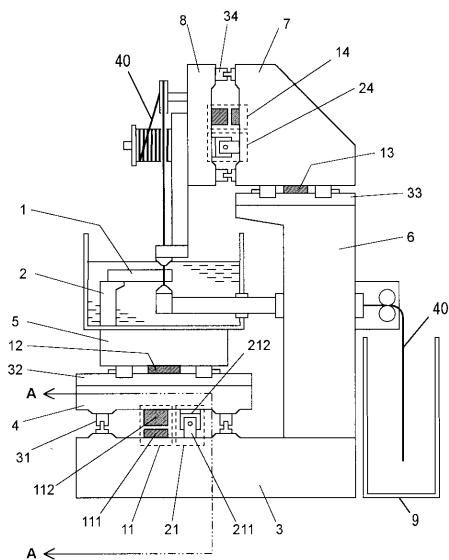
【 0 0 3 0 】

- 1 被加工物
- 2 被加工物置き台
- 3 ベッド
- 4 サドル
- 5 テーブル
- 6 コラム
- 7 UVサドル
- 8 UVテーブル
- 9 ワイヤ回収箱
- 11～14 リニアモータ
- 21～24 制動装置
- 31～34 直線移動ガイド
- 40 ワイヤ
- 50 制御装置
- 111 永久磁石
- 112 電磁石
- 211 固定端
- 212 把持装置
- 213 シャフト

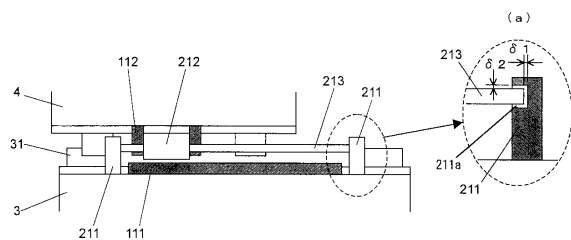
10

20

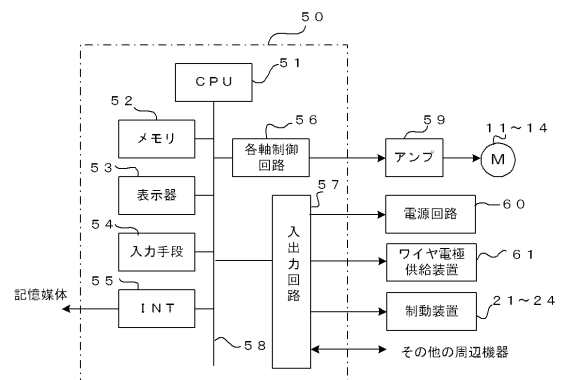
【 図 1 】



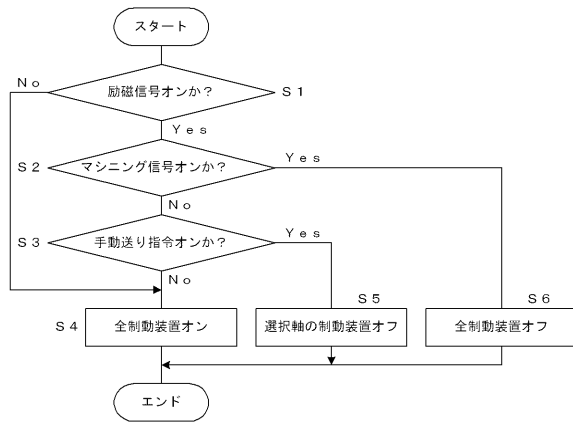
【 図 2 】



【 図 3 】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 桜井 章博

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

審査官 大川 登志男

(56)参考文献 特開平10-249666(JP,A)

特開2004-314249(JP,A)

特開2002-346871(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 5/28

B23H 7/02

B23Q 5/54