

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-64183

(P2010-64183A)

(43) 公開日 平成22年3月25日 (2010.3.25)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
B 2 5 J	13/00	(2006.01)	B 2 5 J	13/00	Z	3 C 0 0 7
B 2 3 P	19/04	(2006.01)	B 2 3 P	19/04	G	3 C 0 3 0
B 2 3 P	19/06	(2006.01)	B 2 3 P	19/06	J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-232155 (P2008-232155)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成20年9月10日 (2008.9.10)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	110000291
			特許業務法人コスモス特許事務所
		(72) 発明者	栗原 俊則
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	近藤 禎人
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	杉浦 浩一
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

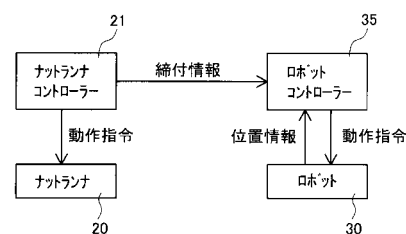
(54) 【発明の名称】 ボルト締付装置

(57) 【要約】

【課題】機械的に対策することなく、ナットランナによってボルトをパルス締付により締め付ける際に、ナットランナが取り付けられたロボットの振動を低減することができるボルト締付装置を提供すること。

【解決手段】ロボット30に取り付けたナットランナ20によってボルトをパルス締付により締め付けるボルト締付装置10において、ロボット30の動作を制御するロボットコントローラ35と、ナットランナ20の動作を制御するナットランナコントローラ21と、を有し、ナットランナコントローラ21は、ナットランナ20によるボルトの締付制御情報をロボットコントローラ35へ送信し、ロボットコントローラ35は、ボルトのパルス締付の際に発生するロボット30の振動を低減するように、ロボット30の動作を制御するための制御信号を締付制御情報に基づいて生成し、その制御信号をロボット30に送信する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットに取り付けたナットランナによってボルトをパルス締付により締め付けるボルト締付装置において、

前記ロボットの動作を制御するロボットコントローラと、

前記ナットランナの動作を制御するナットランナコントローラと、

を有し、

前記ナットランナコントローラは、前記ナットランナによるボルトの締付制御情報を前記ロボットコントローラへ送信し、

前記ロボットコントローラは、ボルトのパルス締付の際に発生する前記ロボットの振動を低減するように、前記ロボットの動作を制御するための制御信号を前記締付制御情報に基づいて生成し、前記制御信号を前記ロボットに送信することを特徴とするボルト締付装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載するボルト締付装置において、

前記制御信号は、ボルトの締付反力に対して前記ロボットを元の位置に復帰させるための復帰変位量よりも小さい修正復帰変位量だけ前記ロボットを元に戻すための信号であることを特徴とするボルト締付装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載するボルト締付装置において、

前記修正復帰変位量は、前記ロボットの位置情報から算出した前記復帰変位量に対して、前記締付制御情報から決定される係数 α ($0 < \alpha < 1$) を乗じて算出されるものであることを特徴とするボルト締付装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載するボルト締付装置において、

前記制御信号は、ボルトの締付反力の発生に同期して締付反力と逆方向への駆動力を前記ロボットに付与するための信号である

ことを特徴とするボルト締付装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、ナットランナを用いてボルトを締め付けるボルト締付装置に関する。より詳細には、ナットランナ（ナットランナを支持するロボット）の振動を低減することできるボルト締付装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

ボルトを締め付ける装置として、多関節ロボットのアーム先端部にナットランナを取り付けたものが知られている。ここで、ナットランナには、駆動モータと、その駆動軸に設けられたビット部とが備わっている。そして、ビット部にボルトを取り付けた状態で駆動モータを回転させることによりボルトを締め付けるようになっている。

40

【0003】

このような締付装置では、ナットランナが取り付けられたロボットは、ナットランナを介してボルトの締め付けに対する反力（締付反力）を受けるが、この締付反力を小さくするために、パルス締付が実施されている。パルス締付では、通常の締付のように線形に時間とともに締付トルクを上昇させるのではなく、図 7 に示すように締付トルクをパルス状に変化させるため、締付反力（時間と締付トルクとの積）を小さくすることができる。

【0004】

ところが、ロボットは締付反力によって動くと元の位置に戻ろうとする。ロボットは締付姿勢を維持するように制御されているからである。そして、パルス締付では、微少時間中にトルク変動が生じるため、ナットランナからの反力と元の位置に戻ろうとする原点復

50

帰力とが交互に働いてしまう。その結果、ロボットの振動が大きくなっていた。ロボットの振動が大きいと、締付装置の締付トルクのバラツキを一定範囲内に抑えることができなくなったり（締付工程能力の低下）、ロボットの耐久性を低下させてしまう。このように、ナットランナからの締付反力がロボットに悪影響を及ぼしていた。

【 0 0 0 5 】

このため、ナットランナからの締付反力によるロボットの振動を低減するために、締付装置では機械的に対策がなされている。そのような対策が施された装置の1つとして、ナットランナを変位自在に支持する支持機構を設けた締付装置がある。この締付装置では、締付反力を支持機構において支持することにより、ロボットが締付反力の影響を受けにくくして、ロボットの振動を低減するようになっている（特許文献1）。

10

【 0 0 0 6 】

また、別の締付装置としては、旋回可能なジョイント部を挟んで両側に一对のナットランナを取り付けたものがある。この締付装置では、ボルト締付けに際して、最終締付け前においては、ソケットとボルトとの間にガタがあるために最終締付け開始時に締付けトルクの反力がロボットに伝わろうとするが、ジョイント部によりナットランナのボルト締付部が旋回方向へ自由に動くようにされているのでその反力がロボットに伝達されないようになっている。さらに、この最終締付けにおいて、各ナットランナに大きなトルクが発生するが、ボルト締付部が一对のナットランナを有する構造とされているので、これら一对のナットランナ同士で締付け反力を受けその反力がロボットに伝わることはないようになっている。この締付装置では、このようにしてロボットの振動を低減するようになっている（特許文献2）。

20

【 0 0 0 7 】

【特許文献1】特開2003-311555号公報

【特許文献2】特開平9-66425号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記した締付装置では、ロボットが締付反力を受けないように機械的に対策されているため、支持機構やジョイント部などの新たな部品を取り付ける必要がある。そのため、装置構成が複雑になるとともにコストアップを招くという問題があった。

30

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は上記した問題点を解決するためになされたものであり、機械的に対策することなく、ナットランナによってボルトをパルス締付により締め付ける際に、ナットランナが取り付けられたロボットの振動を低減することができるボルト締付装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するためになされた本発明に係るボルト締付装置は、ロボットに取り付けたナットランナによってボルトをパルス締付により締め付けるボルト締付装置において、前記ロボットの動作を制御するロボットコントローラと、前記ナットランナの動作を制御するナットランナコントローラと、を有し、前記ナットランナコントローラは、前記ナットランナによるボルトの締付制御情報を前記ロボットコントローラへ送信し、前記ロボットコントローラは、ボルトのパルス締付の際に発生する前記ロボットの振動を低減するように、前記ロボットの動作を制御するための制御信号を前記締付制御情報に基づいて生成し、前記制御信号を前記ロボットに送信することを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

このボルト締付装置では、ロボットコントローラによりロボットの動作が制御されるとともに、ナットランナコントローラによりナットランナの動作が制御されて、所定箇所に対してボルトがパルス締付により締め付けられる。ここで、ナットランナコントローラからロボットコントローラに対し、ナットランナによるボルトの締付制御情報が送信される

50

。この締付情報には、締付トルク、締付方向、締付速度などが含まれている。

【 0 0 1 2 】

そして、ロボットコントローラは、ナットランナコントローラから受信した締付情報にも基づき、ボルトのパルス締付の際に発生するロボットの振動を低減するように、ロボットの動作を制御するための制御信号を生成し、その制御信号をロボットに送信する。これにより、その制御信号に基づきロボットが制御されるため、ロボットの振動を低減することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明に係るボルト締付装置においては、前記制御信号は、ボルトの締付反力に対して前記ロボットを元の位置に復帰させるための復帰変位量よりも小さい修正復帰変位量だけ前記ロボットを元に戻すための信号とすればよい。

10

【 0 0 1 4 】

ロボットコントローラがこのような制御信号を生成することにより、ボルトの締付反力によって動いたロボットの復帰位置がずらされる、つまり復帰位置が元の位置よりも手前側とされる。言い換えると、ロボットの復帰力が小さくされる。これにより、復帰動作時にロボットが元の位置を超えることを確実に防止することができる。従って、ロボットの振動を確実に低減することができる。

【 0 0 1 5 】

ここで、前記修正復帰変位量は、前記ロボットの位置情報から算出した前記復帰変位量に対して、前記締付制御情報から決定される係数 α ($0 < \alpha < 1$) を乗じて算出すればよい。

20

【 0 0 1 6 】

このようにすることにより、締付トルク（締付反力）の大きさに応じて適切な修正復帰変位量を算出することができるので、復帰動作時にロボットが元の位置を超えないようにしながら、ロボットをできる限り元の位置に近いところに復帰させることができる。

【 0 0 1 7 】

本発明に係るボルト締付装置においては、前記制御信号は、ボルトの締付反力の発生に同期して締付反力と逆方向への駆動力を前記ロボットに付与するための信号としてもよい。

【 0 0 1 8 】

30

ロボットコントローラがこのような制御信号を生成することにより、ロボットに作用する締付反力を相殺することができるため、ボルトの締付反力によってロボットが動く量（距離）を小さくすることができる。すなわち、ボルトの締付反力がロボットに作用してもロボットがほとんど動かないようにすることができる。これにより、ロボットの振動を確実に低減することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明に係るボルト締付装置によれば、上記した通り、機械的な対策を施さなくても、パルス締付によりボルトを締め付ける際に、ナットランナが取り付けられたロボットの振動を低減することができる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明のボルト締付装置を具体化した最も好適な実施の形態について、図面に基づき詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

（第 1 の実施の形態）

そこでまず、第 1 の実施の形態に係るボルト締付装置について、図 1 ～ 図 3 を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係るボルト締付装置の概略構成を示す側面図である。図 2 は、ボルト締付装置におけるナットランナ取付部付近を示す図であり、（ a ）はナットランナ取付部付近の上面図、（ b ）は締付トルクと締付反力との関係を示す図

50

である。図 3 は、ボルト締付装置の制御ブロック図である。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、本実施の形態に係るボルト締付装置 1 0 には、ボルトの締付を行うナットランナ 2 0 と、ナットランナ 2 0 を所定位置に移動させるロボット 3 0 とが備わっている。そして、図 2 (a) に示すように、ナットランナ 2 0 が板状の取付フレーム 1 1 を介してロボット 3 0 のアーム先端に取り付けられている。取付フレーム 1 1 には、図 2 (b) に示すように、ナットランナ 2 0 の一部 (先端部) を貫通させるための貫通長穴 1 2 が形成されている。そして、貫通長穴 1 2 の周りには、ナットランナ 2 0 を取付プレートに 1 1 に固定するためのネジ孔 1 3 が複数設けられている。これにより、取付フレーム 1 1 においてナットランナ 2 0 の取付位置を調整することができるようになっている。

10

【 0 0 2 3 】

ナットランナ 2 0 の先端は、ボルトを把持するとともに締付方向へ回転可能となっている。ナットランナ 2 0 には、ナットランナコントローラ 2 1 (図 3 参照) が設けられている。そして、図 3 に示すように、ナットランナコントローラ 2 1 によってナットランナ 2 0 の動作が制御される。すなわち、ナットランナコントローラ 2 1 は、外部から入力されるボルトの締付情報 (締付トルク、締付方向、締付速度などが含まれている) に基づく動作命令によって、ナットランナ 2 0 の締付動作を制御するようになっている。

【 0 0 2 4 】

このようなナットランナ 2 0 を所定位置に移動させるロボット 3 0 は、図 1 に示すように、複数のアーム 3 1 , 3 2 , 3 3 を有する垂直多関節型のロボットであり、x 軸、y 軸、z 軸の各軸方向へ移動可能となっている。そして、図 2 (a) に示すように、アーム 3 3 の先端に取付フレーム 1 1 が取り付けられており、取付フレーム 1 1 に固定されたナットランナ 2 0 がロボット 3 0 の動作に連動して移動するようになっている。ロボット 3 0 にはロボットコントローラ 3 5 (図 3 参照) が設けられている。

20

【 0 0 2 5 】

そして、図 3 に示すように、ロボットコントローラ 3 5 によってロボット 3 0 の動作が制御される。すなわち、ロボットコントローラ 3 5 は、外部から入力される制御指令に基づきロボット 3 0 に対する制御信号を生成して、その制御信号をロボット 3 0 に送信し、ナットランナ 2 0 が所定位置に位置決めされるようにロボット 3 0 の動作を制御するようになっている。一方、ロボット 3 0 は、ロボットコントローラ 3 5 に対して現在位置に関する情報を送信するようになっている。

30

【 0 0 2 6 】

また、ボルト締付装置 1 0 では、ナットランナコントローラ 2 1 とロボットコントローラ 3 5 とが接続されている。そして、ナットランナコントローラ 2 1 は、外部から入力されたボルトの締付情報をロボットコントローラ 3 5 に送信するようになっている。ロボットコントローラ 3 5 は、この締付情報をも考慮してロボット 3 0 に対する動作命令を出すようになっている。

【 0 0 2 7 】

ここで、ボルト締付装置 1 0 でパルス締付を行うと、図 2 (b) に示すように、ボルトの締付方向が時計回りであれば、その反力がロボット 3 0 に対して図中下向きに作用する。この反力により、ロボット 3 0 が下方へ動いてしまい、ロボット 3 0 の位置がずれてしまうため、ロボット 3 0 は元の位置に戻ろうとする。そして、ボルト締付装置 1 0 において後述する振動抑制対策を講じていないと、パルス締付では、ロボット 3 0 の原点復帰力とロボット 3 0 に作用する締付反力が交互に働くため、従来の締付装置のようにロボット 3 0 が大きく振動してしまう。

40

【 0 0 2 8 】

ところが、ボルト締付装置 1 0 では、上記のようなロボット 3 0 の振動を低減するように、ロボット 3 0 を制御している。つまり、ボルト締付装置 1 0 では、従来のように機械的な対策を講じるのではなく、制御によりロボットの振動を抑えるのである。そこで、ボルト締付装置 1 0 におけるボルトの締付制御について、図 4 を参照しながら説明する。図

50

4 は、ボルトの締付制御の内容を示すフローチャートである。

【 0 0 2 9 】

ボルト締付装置 1 0 では、まず、ロボットコントローラ 3 5 が、ロボット 3 0 からの情報に基づきロボット 3 0 の現在位置を把握する（ステップ（以下「S」とも記す）1）。そうすると、ナットランナコントローラ 2 1 が締付情報に基づいてナットランナ 2 0 の動作を制御してボルトの締付（パルス締付）を開始する（ステップ 2）。そして再び、ロボットコントローラ 3 5 が、ロボット 3 0 からの情報に基づきロボット 3 0 の現在位置を把握する（ステップ 3）。このステップ 3 で把握されるロボット 3 0 の現在位置は、ボルトの締付反力によってロボット 3 0 が位置ズレしたときの位置である。

【 0 0 3 0 】

次いで、ロボットコントローラ 3 5 は、ステップ 1 及びステップ 3 で取得したロボットの位置情報から、ボルトの締付反力によってロボット 3 0 が動いた変化量（変位）「 $A(x, y, z)$ 」を算出する（ステップ 4）。そして、ロボットコントローラ 3 5 は、ロボット 3 0 を「 $A(x, y, z) \times \alpha$ 」だけ元に戻すように制御する。

【 0 0 3 1 】

ここで、 α は、ボルトの締付情報によって決定される $0 < \alpha < 1$ の係数である。なお、 α の値は、最終トルク（予め決められている締付トルク）に達するまでにロボット 3 0 が動く距離（ロボット 3 0 の位置ズレ量）が最小となるように決定されている。このような係数 α を乗じた変位量「 $A(x, y, z) \times \alpha$ 」分だけロボット 3 0 を元に戻すことにより、ボルトの締付反力によって動いたロボット 3 0 の復帰力が小さくなる。このようにボルト締付装置 1 0 では、ロボットコントローラ 3 5 によってロボット 3 0 の復帰力が小さくなるようにロボット 3 0 の動作が制御される。ここで、ボルトの締付反力によってロボット 3 0 が動いた後、元の位置に戻ろうと復帰動作を行ったときに、ロボット 3 0 が元の位置を超えてしまうことによりロボット 3 0 に振動が生じてしまう。このため、ロボット 3 0 の復帰力が小さくなることにより、復帰動作時にロボット 3 0 が元の位置を超えることを確実に防止することができる結果、ロボット 3 0 の振動を確実に低減することができる。

【 0 0 3 2 】

さらに、締付トルク（締付反力）の大きさに応じて α の値が決定されている（変わる）ため、ロボット 3 0 の復帰変位量（修正復帰変位量）を適切に算出することができる。その結果、復帰動作時にロボット 3 0 が元の位置を超えないようにしながら、ロボット 3 0 をできる限り元の位置に近いところに復帰させることができる。

【 0 0 3 3 】

その後、ボルトの締付トルクが目標トルク以上になっているか否かが判断される（ステップ 6）。このとき、締付トルクが目標トルク以上になっていれば（S 6 : YES）、そのボルトに対する締付が終了する。一方、締付トルクが目標トルク未満であれば（S 6 : NO）、ステップ 1 の処理に戻り、上記した S 1 ~ S 6 の処理が繰り返し行われる。

【 0 0 3 4 】

以上、詳細に説明したように第 1 の実施の形態に係るボルト締付装置 1 0 によれば、ボルトの締付によってロボット 3 0 が動いた後、元の位置に復帰しようとする原点復帰力が小さくなるように、締付反力によって動いた変位量「 $A(x, y, z)$ 」よりも小さい変位量「 $A(x, y, z) \times \alpha$ 」だけロボット 3 0 が元に戻る。これにより、復帰動作時にロボット 3 0 が元の位置を超えることがなくなるため、ロボット 3 0 の振動が確実に低減される。

【 0 0 3 5 】

（第 2 の実施の形態）

次に、第 2 の実施の形態について説明する。第 2 の実施の形態に係るボルト締付装置は、その装置構成を第 1 の実施の形態と同じくするが、ボルトの締付制御が異なる。そのため、以下ではこの点について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、第 2 の実施の形態におけるボルトの締付制御の内容を示すフローチャートである。

【 0 0 3 6 】

第 2 の実施の形態に係るボルト締付装置では、まず、ナットランナコントローラ 2 1 が締付情報に基づいてナットランナ 2 0 の動作を制御してボルトの締付（パルス締付）を開始する（ステップ 1 0）。次に、ロボットコントローラ 3 5 が、ボルトの締付情報を取得する（ステップ 1 1）。この締付情報の取得は、ナットランナコントローラ 2 1 からロボットコントローラ 3 5 に対して送信された締付情報をロボットコントローラ 3 5 が受信することにより行われる。

【 0 0 3 7 】

そして、ロボットコントローラ 3 5 は、ボルトの締付反力と逆方向へロボット 3 0 が駆動するように、取得した締付情報に基づきロボット 3 0 の動作を制御する。これにより、図 6 に示すように、ボルトの締付反力の発生に同期して締付反力とは逆方向にロボット 3 0 の駆動力が発生する。なお、本実施の形態では、ロボット 3 0 の耐久性を考慮して、締付反力の 7 0 % 前後の駆動力をロボット 3 0 に発生させるようにしている。なお、締付反力と逆方向に発生させるロボット 3 0 の駆動力は、締付反力の約 6 0 % ~ 約 8 0 % の範囲内となるようにすればよい。そして、このロボット 3 0 の駆動力により、ロボット 3 0 に作用するボルトの締付反力が相殺されるため、ロボット 3 0 が動く量（距離）を小さくすることができ、ロボット 3 0 がほとんど動かなくなる。これにより、ロボット 3 0 の振動を確実に低減することができる。

【 0 0 3 8 】

その後、ボルトの締付トルクが目標トルク以上になっているか否かが判断される（ステップ 1 3）。このとき、締付トルクが目標トルク以上になっていれば（S 1 3 : Y E S）、そのボルトに対する締付が終了する。一方、締付トルクが目標トルク未満であれば（S 1 3 : N O）、ステップ 1 の処理に戻り、上記した S 1 0 ~ S 1 3 の処理が繰り返される。

【 0 0 3 9 】

以上、詳細に説明したように第 2 の実施の形態に係るボルト締付装置によれば、ボルトの締付反力がロボット 3 0 に作用する際、その締付反力に同期して締付反力を相殺すべく締付反力とは逆方向に駆動力が生じるように、ナットランナコントローラ 2 1 から取得した締付情報に基づき、ロボットコントローラ 3 5 によってロボット 3 0 の動作が制御される。これにより、ボルトの締付反力によってロボット 3 0 が動く量（距離）を小さくすることができるため、締付反力がロボット 3 0 に作用してもロボット 3 0 はほとんど動かなくなる結果、ロボット 3 0 の振動が確実に低減される。

【 0 0 4 0 】

なお、上記した実施の形態は単なる例示にすぎず、本発明を何ら限定するものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変形が可能であることはもちろんである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 1 】

【図 1】第 1 の実施の形態に係るボルト締付装置の概略構成を示す側面図である。

【図 2】ボルト締付装置におけるナットランナ取付部付近を示す図であり、（a）はナットランナ取付部付近の上面図、（b）は締付トルクと締付反力との関係を示す図である。

【図 3】ボルト締付装置の制御ブロック図である。

【図 4】ボルトの締付制御の内容を示すフローチャートである。

【図 5】第 2 の実施の形態におけるボルトの締付制御の内容を示すフローチャートである。

。

【図 6】ロボットに作用する締付反力とロボットの駆動力の関係を示す図である。

【図 7】パルス締付における時間とトルクの関係を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 2 】

1 0 ボルト締付装置

1 1 取付フレーム

10

20

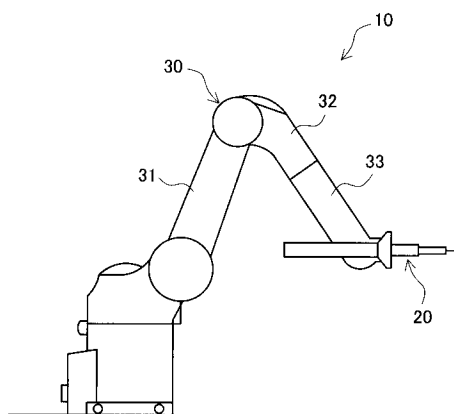
30

40

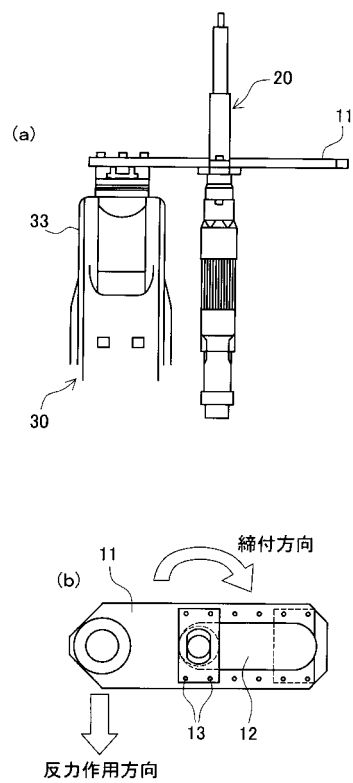
50

- | | |
|-----|--------------|
| 2 0 | ナットランナ |
| 2 1 | ナットランナコントロール |
| 3 0 | ロボット |
| 3 5 | ロボットコントロール |

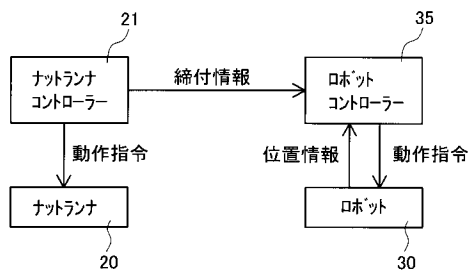
【 図 1 】



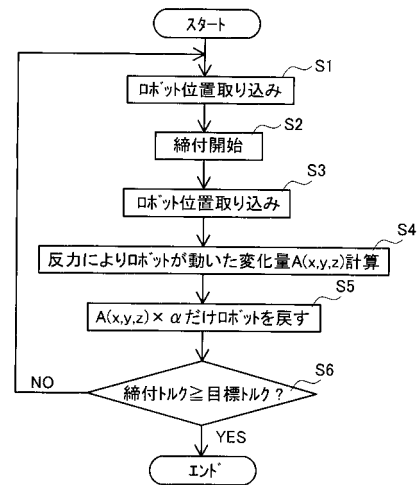
【 図 2 】



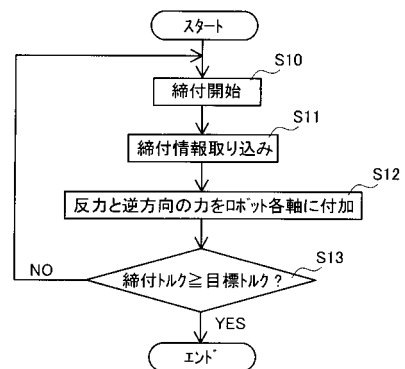
【図 3】



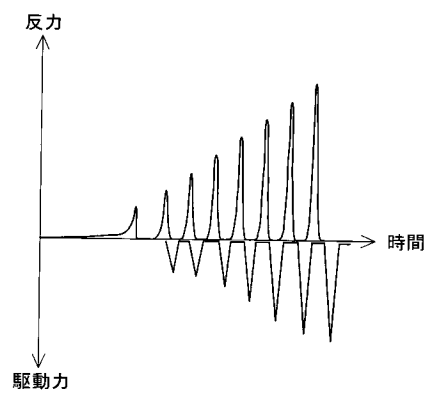
【図 4】



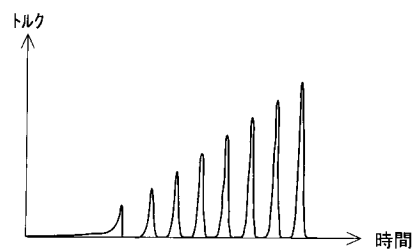
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 西辻 和央

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 石橋 健篤

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3C007 AS06 BS10 JS02 KS17 LT11 LU06 LV01 LV04 MT05 NS24
3C030 BC16 BC31