

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4339275号
(P4339275)

(45) 発行日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 5 B 23/14 (2006.01)	B 2 5 B 23/14 6 3 O D
B 2 5 B 21/02 (2006.01)	B 2 5 B 23/14 6 1 O B
	B 2 5 B 23/14 6 3 O H
	B 2 5 B 23/14 6 4 O M
	B 2 5 B 21/02 F

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2005-139565 (P2005-139565)	(73) 特許権者	500285923 株式会社エスティック 大阪府守口市橋波東之町2-5-9
(22) 出願日	平成17年5月12日(2005.5.12)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2006-315125 (P2006-315125A)	(74) 代理人	100086933 弁理士 久保 幸雄
(43) 公開日	平成18年11月24日(2006.11.24)	(72) 発明者	伊藤 隆也 大阪府守口市橋波東之町2-5-9 株式 会社エスティック内
審査請求日	平成17年12月28日(2005.12.28)	(72) 発明者	柴田 芳次 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地の1 本田技研工業株式会社 埼玉製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インパクト式のネジ締め装置の制御方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように、前記モータを回転駆動するとともに、

前記トルクが第1の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第1の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、

前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第1の設定値に達するまでの第1ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記トルクが前記第1の設定値に達した後の第2ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第1ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する、

ことを特徴とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法。

【請求項2】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように、前記モータを回転駆動するとともに、

前記トルクが第1の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前

記第 1 の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、

前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、各パルス状の回毎に電流の大きさが第 1 のスロープで変化するように前記モータに供給し、

前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、各パルス状の回毎に電流の大きさが第 2 のスロープで変化するように前記モータに供給し、

前記第 2 のスロープの傾斜角度を前記第 1 のスロープよりも緩く設定するように制御する、

10

ことを特徴とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法。

【請求項 3】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの発生するトルクが時間軸上でパルス状となるように前記モータを駆動するとともに、

前記モータの発生するトルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、各パルス状の回毎に同じ大きさの電流を前記モータに供給し、

前記モータの発生するトルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増大する、

20

ことを特徴とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法。

【請求項 4】

前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第 2 の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する、

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のインパクト式のネジ締め装置の制御方法。

【請求項 5】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御装置であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、

30

前記トルクが第 1 の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第 1 の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記トルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第 1 ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する、パルス制御手段と、

を有してなることを特徴とするネジ締め装置の制御装置。

【請求項 6】

40

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御装置であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、

前記トルクが第 1 の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第 1 の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記トルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、各パルス状の回毎に電流の大きさが第 1 のスロープで変化するように制御し、前記トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、各パルス状の回毎に電流の大きさが第 2 のスロープで変化するように制御し、前記第 2 のスロープの傾斜角度を前記第 1 のスロープよりも緩く設定するように制

50

御する、パルス制御手段と、

を有してなることを特徴とするネジ締め装置の制御装置。

【請求項 7】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御装置であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの発生するトルクが時間軸上でパルス状となるように前記モータを駆動制御するパルス駆動手段と、

前記モータの発生するトルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、各パルス状の回毎に同じ大きさの電流を前記モータに供給し、前記モータの発生するトルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増大するように制御する、パルス制御手段と、

を有してなることを特徴とするネジ締め装置の制御装置。

【請求項 8】

電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御装置であって、前記モータによるネジの締付トルクを検出するトルク検出手段と、前記締付トルクに対する第 1 の設定値および第 2 の設定値を設定する設定手段と、前記モータに電流を間欠的に供給して前記締付トルクが時間軸上でパルス状に発生するように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、

前記締付トルクが第 1 の設定値に達した後は、前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第 1 の設定値に達する前の前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記締付トルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記締付トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第 1 ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするよう

に制御する、パルス制御手段と、

前記締付トルクが前記第 2 の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する停止制御手段と、

を有することを特徴とするネジ締め装置の制御装置。

【請求項 9】

電動式のモータを回転駆動源とするネジ締め装置本体と、前記モータによるネジの締付トルクを検出するトルク検出手段と、前記締付トルクに対する第 1 の設定値および第 2 の設定値を設定する設定手段と、前記モータに電流を間欠的に供給して前記締付トルクが時間軸上でパルス状に発生するように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、

前記締付トルクが第 1 の設定値に達した後は、前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第 1 の設定値に達する前の前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記締付トルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記締付トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第 1 ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするよう

に制御する、パルス制御手段と、

前記締付トルクが前記第 2 の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する停止制御手段と、

を有することを特徴とするネジ締め装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インパクト式のネジ締め装置の制御方法および装置に関し、特に、片手持ち

10

20

30

40

50

に適するように反力を軽減したネジ締め装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ボルトやネジを所定のトルクで締付けるために、動力式のネジ締め装置が用いられている。ネジ締め装置においては、軸を連続的に回転させてネジを締付けるとともに、トルクがある値になれば動力を切るかまたはクラッチをすべらせる制御が一般的に行われている。

【0003】

ところで、各種の組み立てラインにおいて、コンベア上のワークに対し、作業者がネジ締め装置を手で持ってネジの締め付け作業を行うことがしばしばある。

10

【0004】

その場合に、作業性の点から、ネジ締め装置を片手持ちで操作できることが望まれる。片手持ちのネジ締め装置では、ネジ締めの反動を片手で受けなければならないので、締付トルクの増大にしたがってその反動が作業者の負荷として問題となってくる。

【0005】

上に述べたように軸を連続的に回転する方式のものは、締付トルクの反力（リアクション）を作業者の手で直接に受けるので、作業者の負荷が大きい。この反力を軽減するために、回転体の口・タイナ・シャによる衝動を利用したインパクト方式が用いられている。

【0006】

しかし、従来のインパクト方式のネジ締め装置では、衝突エネルギー発生機構とソケットとを介してネジを締め付けるので、それらの伝達効率のバラツキによって締付トルクの精度が大きく上下し、精度を必要とするネジ締めには不向きである。精度を向上するために、軸の先端部にクラッチ機構を設け、必要以上のトルクが入力された場合にクラッチが滑ってトルクを制御する方法などが用いられている。

20

【0007】

このような事情から、反力の低減および精度の向上という2つの課題に対し、2つの機能（インパクト発生部、クラッチ機構）の両方を兼ね備えたオイルパルスレンチと称されるネジ締め装置が普及している。

【0008】

オイルパルスレンチは、通常、駆動源であるエアモータと、インパルスが発生し、そのオイル圧をクラッチ機構として使用できるバイパスバルブとが一体で構成されたオイルパルス部を有している。

30

【0009】

しかし、オイルパルスレンチには、クラッチ機構として働くバイパスバルブの油圧の調整が面倒である、オイルパルス発生部の劣化にともなう再調整および部品交換を頻繁に行う必要がある、オイル温度によって締付トルクの精度が変動する、オイルパルス部の発熱が大きいのでこれの対策が必要である、などの種々の問題がある。

【0010】

従来のオイルパルスレンチの問題点を解消した装置として、電動式のモータを用いたネジ締め装置が提案されている（特許文献1）。

40

【特許文献1】特開2002-1676号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1のネジ締め装置によると、モータに電流を間欠的に供給してモータがパルス状のトルクを発生するように構成されている。これによって作業者への反力が小さいにもかかわらず精度が良好であり、作業者が片手でネジ締め作業を行うことができる。

【0012】

しかし、ネジ締め作業における締付トルクの精度の向上とネジ締めに要する時間の短縮について本発明者らは鋭意研究を行い、上のネジ締め装置の改良を行った。

50

【 0 0 1 3 】

したがって、本発明の目的は、電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置において、締めトルクの精度の向上とネジ締めに要する時間の短縮を図ることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る制御方法は、電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御方法であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように、前記モータを回転駆動するとともに、前記トルクが第1の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第1の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第1の設定値に達するまでの第1ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記トルクが前記第1の設定値に達した後の第2ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第1ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する。

10

【 0 0 1 7 】

また、前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第1の設定値に達するまでの第1ステージでは、各パルス状の回毎に電流の大きさが第1のスロープで変化するように前記モータに供給し、前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが前記第1の設定値に達した後の第2ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、各パルス状の回毎に電流の大きさが第2のスロープで変化するように前記モータに供給し、前記第2のスロープの傾斜角度を前記第1のスロープよりも緩く設定する

20

【 0 0 1 8 】

または、前記第1のスロープの傾斜角度を0度に設定する。

【 0 0 1 9 】

また、前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが第2の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する。

30

【 0 0 2 0 】

本発明に係る制御装置は、電動式のモータを回転駆動源とするインパクト式のネジ締め装置の制御装置であって、前記モータに電流を間欠的に供給して前記モータの回転により負荷に与えられるトルクが時間軸上でパルス状となるように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、前記トルクが第1の設定値に達した後は、前記トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第1の設定値に達する前の前記トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記トルクが第1の設定値に達するまでの第1ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記トルクが前記第1の設定値に達した後の第2ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第1ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する、パルス制御手段と、を有して構成される。

40

【 0 0 2 1 】

また、前記モータによるネジの締めトルクを検出するトルク検出手段と、前記締めトルクに対する第1の設定値および第2の設定値を設定する設定手段と、前記モータに電流を間欠的に供給して前記締めトルクが時間軸上でパルス状に発生するように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、前記締めトルクが第1の設定値に達した後は、前記締めトルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第1の設定値に達する前の前記締めトルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記締めトルクが第1の設定値に達するまでの第1ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、

50

前記締付トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第 1 ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する、パルス制御手段と、前記締付トルクが前記第 2 の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する停止制御手段とを有する。

【 0 0 2 2 】

本発明に係るネジ締め装置は、電動式のモータを回転駆動源とするネジ締め装置本体と、前記モータによるネジの締付トルクを検出するトルク検出手段と、前記締付トルクに対する第 1 の設定値および第 2 の設定値を設定する設定手段と、前記モータに電流を間欠的に供給して前記締付トルクが時間軸上でパルス状に発生するように前記モータを回転駆動制御するパルス駆動手段と、前記締付トルクが第 1 の設定値に達した後は、前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分が前記第 1 の設定値に達する前の前記締付トルクの各パルス状の回毎の増加分よりも小さくなるように、前記締付トルクが第 1 の設定値に達するまでの第 1 ステージでは、前記モータに供給する電流を各パルス状の回毎に増加し、前記締付トルクが前記第 1 の設定値に達した後の第 2 ステージでは、最初に前記モータに供給するパルス状の電流の値を小さくし、その後、前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分を前記第 1 ステージでの前記モータに供給する電流の各パルス状の回毎の増加分よりも小さくするように制御する、パルス制御手段と、前記締付トルクが前記第 2 の設定値に達したときに前記モータへの電流の供給を停止する停止制御手段とを有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 3 】

〔第 1 の実施形態〕

図 1 は本発明の第 1 の実施形態のネジ締め装置 1 の全体の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 4 】

図 1 において、ネジ締め装置 1 は、ネジ締め装置本体 3、および、サーボドライバ 7 と制御用コントローラ 8 とを有した制御装置 4 からなる。

【 0 0 2 5 】

ネジ締め装置本体 3 は、モータ 1 1、衝撃発生装置 1 2、トルクセンサ 1 3、エンコーダ 1 4、出力軸 1 5、および、図示しないケーシング、スイッチなどからなる。

【 0 0 2 6 】

モータ 1 1 には、例えば、3 相の AC サーボモータが用いられる。衝撃発生装置 1 2 は、モータ 1 1 の回転力を間歇的な衝撃力に変換する衝突エネルギー発生機構である。衝撃発生装置 1 2 として種々の機構が用いられるが、本実施形態では遊星ギヤなどからなる減速ギヤが用いられている。遊星ギヤのバックラッシュ（遊び）およびジョイント部などの遊びが、衝撃発生のために利用される。つまり、遊星ギヤなどの高速側が何回転か回転する間に、低速側のギヤが遊びの分だけ回転し、低速側で噛み合ったギヤ同士が実際に当たったときに衝撃を発生する。高速側が回転する間に蓄えられた慣性力によって大きな衝撃となる。衝撃発生装置 1 2 として、他に、2 ハンマ機構、スウィングハンマ機構、その他のハンマ機構、オイルパルス機構などを用いることができる。2 ハンマ機構を用いた場合は、モータ 1 1 の 1 回転で 2 打撃となる。スウィングハンマ機構を用いた場合には、1 回転で 1 打撃となり、1 打撃の出力が大きい。これらの衝撃発生装置 1 2 は公知である。

【 0 0 2 7 】

トルクセンサ 1 3 は、モータ 1 1 によるネジの締付トルク TQ を検出し、検出信号 $S31$ を出力する。本実施形態では、モータ 1 1 の出力するトルクのうち、出力軸 1 5 に発生するトルク、つまり負荷であるネジを締付けるトルク（締付トルク）を直接的に検出する。したがって、トルクセンサ 1 3 から得られる検出信号 $S31$ は、衝撃発生装置 1 2 による衝撃によってネジに加えられる実際の締付トルク TQ の波形を表すことになる。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

エンコーダ 14 は、モータ 11 の回転速度を検出するためのものであり、モータ 11 の回転数に比例した個数のパルス信号を出力する。

【0029】

ネジ締め装置本体 3 は、作業者が片手で握るためのハンドルグリップ部を有し、全体として片手で操作が可能な形状のケーシングで覆われている。図示しないスイッチを操作することによって、電源のオンオフが制御される。

【0030】

サーボドライバ 7 は、電源部 21、インバータ 22、A/D変換器 23、加算器 24、速度誤差アンプ 25、切り替え器 26、リミット回路 27、電流制御演算部 28、PWM回路 29、ゲートドライブ 30、エンコーダ信号処理部 31、速度検出部 32、電流検出器 33, 34、および A/D変換器 35, 36 などからなる。

10

【0031】

制御用コントローラ 8 は、プリアンプ 41、A/D変換器 42、パラメータ格納部 43、および指令制御部 44 などからなる。指令制御部 44 には、速度/電流指令演算部 51、運転制御モード切替え部 52、および速度/電流リミット部 53 などが設けられる。

【0032】

電源部 21 は、例えば AC 100 ボルトの交流電力を整流し、適当な種々の電圧の直流電力に変換する。直流電力は、インバータ 22、およびその他の回路および各部に供給される。

【0033】

A/D変換器 23 は、速度/電流指令演算部 51 から出力される速度/電流指令（速度/トルク指令）S1 を入力し、それに応じたデジタル値の指令データ D1 を出力する。指令データ D1 は、運転モードに応じて、速度指令データ D1S となったり、電流（トルク）指令データ D1T となったりする。

20

【0034】

加算器 24 は、A/D変換器 23 から出力される指令データ D1 から、速度検出部 32 から出力される速度データ D21 を差し引く。

【0035】

速度誤差アンプ 25 は、加算器 24 から出力される速度指令データ D2 を差動増幅する。

30

【0036】

切り替え器 26 は、運転制御モード切替え部 52 からの制御切替え指令 S2 に応じて、速度誤差アンプ 25 の出力する速度指令データ D3 と A/D変換器 23 の出力する電流指令データ D1T とを切り替える。つまり、速度制御を行うときには速度誤差アンプ 25 の出力する速度指令データ D3 に、電流制御（トルク制御）を行うときには A/D変換器 23 の出力する電流指令データ D1T に、それぞれ接続されるように切り替える。

【0037】

リミット回路 27 は、速度/電流リミット部 53 からの速度/電流リミット指令（速度/トルクリミット指令）S3 に基づいて、モータ 11 の回転速度または電流の最大値を制限するように制御する。

40

【0038】

電流制御演算部 28 は、リミット回路 27 の出力する指令データ D4、エンコーダ信号処理部 31 の出力するデータ D5、および A/D変換器 35, 36 の出力する電流データ D6, D7 に基づいて、モータ 11 に流す電流値を演算し、電流指令データ D8 として出力する。

【0039】

PWM回路 29 は、電流制御演算部 28 の出力する電流指令データ D8 に基づいて、PWM（パルス幅変調）を行い、パルス幅変調の行われたパルス信号 D10 を出力する。

【0040】

ゲートドライブ 30 は、パルス信号 D10 に基づいて、インバータ 22 の各スイッチン

50

グ素子のゲートをオンオフするためのパルス信号D 1 1を生成する。

【0041】

エンコーダ信号処理部3 1は、エンコーダ1 4から出力されるパルス信号の信号処理を行う。

【0042】

速度検出部3 2は、エンコーダ信号処理部3 1から出力される信号に基づいて、速度を検出し、速度に応じた値を示す速度データD 2 1を出力する。したがって、速度データD 2 1は、モータ1 1の実際の回転速度を表すことになる。

【0043】

電流検出器3 3, 3 4は、モータ1 1に流れるu相およびw相の電流(モータ電流) i を検出する。AD変換器3 5, 3 6は、電流検出器3 3, 3 4により検出されたモータ電流 i を、それぞれデジタル値の電流データD 6, D 7に変換する。

10

【0044】

プリアンプ4 1は、トルクセンサ1 3によって検出された検出信号S 3 1を増幅する。AD変換器4 2は、プリアンプ4 1の出力する信号S 3 2をデジタル値のトルクデータD 3 1に変換し、速度/電流指令演算部5 1に出力する。トルクデータD 3 1は、上に述べたように、ネジに対する実際の締付トルクT Qを示すデータである。

【0045】

パラメータ格納部4 3は、速度/電流指令演算部5 1などの演算に必要な種々のパラメータを格納する。パラメータとして、例えば、最小の電流値、計測開始トルク、着座トルクT S、目標接近トルクT Q N、目標トルクT Q J、締付トルクT Qの最大値T Q M、電流スロープ、第1スロープ 1、および第2スロープ 2などがある。これらのパラメータは、設定器4 5により設定される。設定器4 5として、デジタルスイッチ、テンキー、タッチパネル、または切替えスイッチなどが用いられる。

20

【0046】

なお、目標接近トルクT Q Nは、変更トルク(Change Torque)ともいい、本発明の第1の設定値に相当する。目標トルクT Q Jは、ターゲットトルク(Target Torque)ともいい、本発明の第2の設定値に相当する。第1スロープ 1および第2スロープ 2は、それぞれ、本発明における第1ステージまたは第2ステージにおける電流の増加分(増大分)による電流指令データD 1 Tの時間軸に対する傾斜角度に相当する。本実施形態において、第2スロープ 2は第1スロープ 1よりも緩い傾斜である。

30

【0047】

速度/電流指令演算部5 1は、AD変換器4 2からのトルクデータD 3 1、パラメータ格納部4 3からのパラメータなどに基づいて、速度指令値および指令用の電流値を演算し、速度/電流(トルク)指令S 1として出力する。

【0048】

なお、速度/電流(トルク)指令S 1のうちの電流指令S 1 Tは、後述する電流パルスD Pがオン時間T Nの間のみ、指令用の電流値を出力し、オフ時間T Fの間は、電流指令S 1 Tをゼロとする。

40

【0049】

運転制御モード切替え部5 2は、速度制御モードと電流制御(トルク制御)モードとを切り替える。

【0050】

速度制御モードでは、モータ1 1の回転速度が、速度指令データD 1 Sにより設定された速度となるように制御を行う。負荷が変動しても、設定された速度となるように、モータ1 1に流れる電流を制御する。速度制御モードでは、電流のリミット値を設けることができる。電流のリミット値により、電流の最大値が制限される。したがって、負荷の状態によっては、設定された速度に達しない場合がある。

【0051】

50

電流制御モードでは、モータ 11 に流れる電流が、電流指令データ D1T により設定された電流値となるように制御を行う。モータ 11 の回転速度は、設定された電流値と負荷の状態とによって変化する。電流制御モードでは、回転速度のリミット値を設けることができる。モータ 11 の回転速度がリミット値に達すると、電流値が制限される。

【0052】

切り替え器 26 によって、速度制御モードでは速度指令データ D3 が選択され、電流制御モードでは電流指令データ D1T が選択される。

【0053】

自動運転時の締付け動作において、最初は速度制御モードで運転を行い、出力軸 15 を高速回転させる。出力軸 15 に発生する締付トルク TQ が予め設定された着座トルク TS に達したときに、負荷であるネジが着座したと判断し、電流制御モードに切り替える。電流制御モードでは、電流指令データ D1T により示される出力トルクが得られるように、モータ 11 に流れる電流を制御する。

【0054】

手動運転時では、図示しない切り替えスイッチの操作に応じて、いずれかのモードが設定される。

【0055】

速度/電流リミット部 53 は、速度および電流(トルク)の最大値を設定し、設定した値をリミット回路 27 に与える。

【0056】

制御用コントローラ 8 は、CPU、ROM、RAM、その他の周辺素子などを用いて構成される。上に述べた速度/電流指令演算部 51、運転制御モード切替え部 52、および速度/電流リミット部 53 などは、ROM に格納されたプログラムが CPU で実行されることによって実現される。それらの一部をハードウェア回路で実現することも可能である。

【0057】

制御用コントローラ 8 は、データまたは指令を入力するための入力装置、締付けの良否結果などを表示するための表示装置、他のデータ処理システムまたは制御装置との通信のための通信装置などを備える。

【0058】

次に、本実施形態における制御方法の原理について、後で出てくる図 9 を参照して説明する。

【0059】

まず、締付トルク TQ の反力を低減するための制御(無反力制御)について説明する。

【0060】

ネジ締め装置本体 3 は、そのハンドルグリップ部を作業者が握り、片手で持って操作する。作業者への反力を低減するために、モータ 11 の作動を、電流が連続的に流れる連続運転ではなく、パルス状の電流による間欠運転とする。

【0061】

すなわち、図 9 に示すように、指令データ D1 (電流指令データ D1T) により、モータ 11 に対して、パルス状の電流(電流パルス DP) を間欠的に供給する。電流パルス DP は、可変設定可能なオン時間 TN とオフ時間 TF とを有し、所定の周期、つまりオン時間 TN とオフ時間 TF との合計時間の周期で繰り返される。電流パルス DP の高さについては、後で説明するようにトルク 2 段制御が行われる。

【0062】

図 9 において、電流パルス DP がオンすることによってモータ 11 が回転を開始し、徐々に回転速度が上昇する。モータ 11 が所定の角度または所定の回転数だけ回転すると、衝撃発生装置 12 において、回転する入力側の部材が出力側の部材に衝突し、これによって衝撃が発生する。つまり、衝撃発生装置 12 における入力側の部材の慣性エネルギーが、当該部材の衝突によって出力側の部材に衝撃力として伝達され、その衝撃力によって大

10

20

30

40

50

きなトルクを発生させる。このトルクが、負荷であるネジに締付トルク TQ として作用する。衝撃の瞬間 t_{imp} から短時間の間、例えば $0.01 \sim 0.005 \text{ sec}$ 程度の間、入力側の部材の慣性エネルギーのほとんどが出力側の部材に伝達され、ネジに伝達される。これによってモータ 11 の回転速度はほぼ零まで低下する。そして、その後、モータ 11 の回転が再開され、次の衝撃のための慣性エネルギーが蓄えられることになる。

【0063】

さて、本実施形態では、衝撃の瞬間 t_{imp} に、またはその微小幅の前後、特に微小幅の後に、モータ 11 に流れる電流を停止する。つまりモータ 11 への電力の供給を停止する。電流を停止するタイミングとして、モータ 11 の回転速度が最大となったタイミングを用いる。例えば、モータ 11 の回転速度が上昇から下降に転換するタイミングを検出する。そのための検出方法として、例えば、一定の短い時間間隔 t_s で回転速度をサンプリングし、サンプリング値が前回のサンプリング値よりも小さくなったときに、回転速度が最大となったものとする。実際には、ノイズなどによる誤検出を防止するため、サンプリング値が複数回（例えば 3 回）連続して前回よりも小さくなったときに、回転速度が最大となったことを検出する。このようにして検出されたタイミングで電流パルス DP がオフとなるように、電流指令データ $D1T$ を作成する。なお、時間間隔 t_s は、例えば 0.5 msec に設定される。

10

【0064】

このように、モータ 11 の回転速度が最大となったときにモータ 11 への電力の供給を停止することにより、衝撃の発生後の無駄な締付トルクを生成することがなくなり、作業者に作用する反力は、概ね、衝撃の瞬間 t_{imp} においてモータ 11 が発生している瞬間的なトルクのみとなる。これにより、作業への反力が大幅に低減する。

20

【0065】

すなわち、もし、衝撃の発生後においてもオン時間 T_N が経過するまでモータ 11 に電流を供給し続けた場合には、その電流によってトルクが発生し、これが作業への反力として作用する。この反力つまりその電流によって発生するトルクは、ネジの締付けにはほとんど寄与しない。本実施形態の制御によると、この無駄な締付トルク TQ をほとんどゼロにすることができ、これによって作業への反力を大幅に低減することができる。

【0066】

さて、本実施形態においては、このような電流パルス DP を、各パルスの回毎にするように発生させる。つまり、モータ 11 に供給する電流が各パルスの回毎に増大し、モータ 11 により発生するトルクが各パルスの回毎に増大するように、駆動制御する。そして、目標接近トルク TQN に達するまでを第 1 ステージとし、目標接近トルク TQN に達してから目標トルク TQJ に達するまでを第 2 ステージとする。第 1 ステージでは、電流パルス D の増加分（増大分）つまりモータ 11 に供給する電流の増加分を大きく設定し、第 2 ステージではそれを小さく設定する。つまり、第 2 ステージでは、電流パルス D の増加分が第 1 ステージの場合よりも小さくする。このようなトルク 2 段制御について、以下においてさらに詳しく説明する。

30

【0067】

次に、ネジ締め装置 1 の制御方法について、締付け工程の手順および動作を示すフローチャートおよび動作状態を示す図を参照して説明する。

40

【0068】

図 2 はネジ締め装置 1 の締付け動作の手順を示すフローチャート、図 3 は電流制御のルーチンを示すフローチャート、図 4 は最大回転検出処理のルーチンを示すフローチャート、図 5 はトルク 2 段制御処理のルーチンを示すフローチャート、図 6 はネジ締め装置 1 によるネジ締め動作の全体の状態を示す図、図 7 は電流パルス DP の増加分の変化の様子を拡大して示す図、図 8 はモータ 11 の回転速度と電流指令データ $D1T$ との関係を示す図、図 9 は電流パルス DP の制御の様子を詳しく示す図である。

【0069】

図 6 に示すように、締付け動作は、時刻 $t_0 \sim t_2$ の間の速度制御モードによる動作、

50

および時刻 $t_2 \sim t_4$ の間の電流制御モードによる動作からなる。

【0070】

図2において、まず、速度制御モードによる速度制御が行われる(#11)。速度制御では、速度指令データD1Sによってモータ11の回転速度が設定される。速度指令値が徐々に増大され、モータ11の回転速度も増大する。所定の回転速度になると、一定値に維持される。これによって、モータ11が高速回転し、ネジの着座までの仮締めが行われる。その間において、締付トルクTQが計測開始トルクを越えると、計測を開始する。

【0071】

締付トルクTQが着座トルクTSに達すると(#12でイエス)、ネジが着座したと判断し、モータ11を急停止させる(#13)。

10

【0072】

モータ11を急停止させるために、モータ11の速度指令値をゼロとし、且つモータ11をロックするための電流を流してブレーキをかける。そして、電流制御モードに切り替える(#14)。

【0073】

電流制御モードでは、まず、モータ11に対して、空転回転に必要な最小の電流値ST1を電流指令データD1Tとして設定する(#15)。

【0074】

そして、締付トルクTQが目標トルクTQJに達するまでの間(#17でノー)、電流制御を行う(#16)。

20

【0075】

締付トルクTQが目標トルクTQJに達すると(#17でイエス)、モータ11を停止させる(#18)。モータ11を停止させるために、電流パルスDPの供給を停止し、モータ11に流れる電流をゼロにする。

【0076】

そして、最終の締付トルクTQおよびそれまでに現れた最大値TQMについて、設定された上下限値の範囲内に入っているか否かを判定し、判定結果を表示装置の表示面に表示する(#19)。

【0077】

電流制御では、電流指令データD1Tによってモータ11に流れる電流が設定される。モータ11に流れる電流の大きさに応じて、モータ11の立ち上がり、つまり回転速度が決まり、これに応じて衝撃による締付トルクTQの大きさが決まる。

30

【0078】

図3において、時間間隔tsが経過する毎に(#21でイエス)、ステップ#22以下の処理を行う。すなわち、時間間隔tsが経過する毎に、まず、締付トルクTQおよび回転速度(速度データD21)を計測してその値を取り込む(#22, 23)。

【0079】

次に、最大回転検出処理を行い(#24)、トルク2段制御を行う(#25)。

【0080】

オン時間TNの間であり(#26でイエス)、かつ、後に述べる最大回転検出フラグが「1」でなければ(#27でノー)、モータ11に与えるために算出された適当な電流値を電流指令データD1Tとして出力する(#28)。オフ時間TFの間であるか(#26でノー)、または最大回転検出フラグが「1」であれば(#27でイエス)、電流指令データD1Tをゼロとする(#29)。

40

【0081】

なお、モータ11の電磁作用および過度現象によって、電流指令データD1Tの値とモータ11に実際に流れる電流値とは一致しない。

【0082】

図4において、最大回転検出処理では、モータ11の回転速度が最大となったタイミングを検出する。つまり、サンプリング値が前回のサンプリング値よりも小さくなったとき

50

に（#31でイエス）、カウンタのカウント値に「1」を加える（#32）。カウント値が「3」になったときに（#33でイエス）、最大回転検出フラグを「1」にする（#34）。ステップ#31においてサンプリング値が前回よりも小さくならなかったときには（#31でノー）、カウント値を「0」にする（#35）。

【0083】

この処理によって最大回転検出フラグが「1」になっている場合に、図3のステップ#27においてイエスとなり、電流指令データD1Tすなわち電流パルスDPがオフとなる。

【0084】

つまり、図8に示すように、各電流パルスDPについて、モータ11の回転速度が最大となったときに、その電流パルスDPをオフするように制御する。

10

【0085】

なお、このように、サンプリング値が複数回（ここでは3回）連続して前回よりも小さくなったときに回転速度が最大となったことを検出するので、ノイズなどによる誤検出が防止される。

【0086】

図5において、トルク2段制御では、締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達していないときには（#41でノー）、電流値に増加分I1を加算する（#42）。締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達した後は（#41でイエス）、電流値に増加分I2を加算する（#43）。なお、増加分I2は、増加分I1よりも小さい値である。

20

【0087】

すなわち、図6に示すように、電流制御モードにおいては、モータ11に供給する電流が電流パルスDPの発生する回毎に増大するように制御する。締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達するまでが第1ステージであり、目標接近トルクTQNに達した後が第2ステージである。

【0088】

図7によく示されるように、第1ステージにおける電流パルスDPの増加分I1は、第2ステージにおける電流パルスDPの増加分I2よりも大きい。第1ステージにおける電流パルスDPの増加分I1は、ユーザにより設定された第1スロープ1に基づいて算出される。また、第2ステージにおける電流パルスDPの増加分I2は、ユーザにより設定された第2スロープ2に基づいて算出される。

30

【0089】

なお、ユーザによる設定の方法として種々の方法を用いることが可能である。例えば次の方法を用いることが可能である。

(1) 1、2を直接的に入力する。

(2) I1、I2を直接的に入力する。

(3) 1またはI1を直接的に入力し、2またはI2は、1またはI1に対する比率を入力する。

(4) 第1ステージまたは第2ステージの所要時間を入力する。

(5) 第1ステージまたは第2ステージの基準時間に対する比率を入力する。

40

【0090】

いずれの場合も、第1スロープ1を適当に大きくすることによってネジ締めに必要な時間が短縮される。そして、第2スロープ2を小さくすることによって1回当たりの電流の増加分I1が小さくなり、締付トルクの精度が向上する。

【0091】

なお、このようなトルク2段制御の演算は、速度/電流指令演算部51によって行われる。つまり、速度/電流指令演算部51から出力される電流指令S1によって、パルスの1回毎に電流を増大するように制御される。上の説明において、電流パルスDPは、速度/電流指令演算部51から出力される電流指令S1の信号波形であると考えてよい。電流パルスDPを、AD変換器23から出力される電流指令データD1Tまたは電流制御演算

50

部 28 から出力される電流指令データ D8 であると考えられる場合には、電流パルス DP の高さは、そのデータ値の大きさを模式的に示していると考えればよい。

【0092】

また、目標接近トルク TQN は、目標トルク TQJ よりも小さく、目標トルク TQJ に近くなるように設定する。目標接近トルク TQN の設定は、例えば、目標トルク TQJ に対する比率を入力し、または目標接近トルク TQN それ自体を入力することにより行うことができる。例えば、目標トルク TQJ の 80 パーセント程度になるように目標接近トルク TQN を設定する。

【0093】

上に述べたように、電流制御を行うことにより、衝撃の発生後の無駄な締付トルクを生成することがなくなる。その結果、作業者に作用する反力が大幅に低減する。これによって、締付トルク TQ が大きい場合であっても、ネジ締め装置本体 3 を片手で持って使用することが可能である。そして、トルク 2 段制御を行うことにより、締付トルクの精度の向上とネジ締めに要する時間の短縮を図ることができる。

【0094】

また、パラメータを変更することにより、目標トルク TQJ、締付精度、ネジ締めに要する時間、または反力の度合などを容易に制御することができる。また、従来のような消耗部品であるオイルパルス部やクラッチ機構などが不要であるので、メンテナンスが容易であり、システムの安定性を長期間に渡って維持することができる。

【0095】

電動式のモータ 11 を用いて制御を行うため、エネルギー効率がよく、従来のようにエアモータが必要条件となり易いオイルパルスレンチよりも大幅な省エネルギー化とダストミストなどの無いクリーン化を図ることが可能となる。

【0096】

負荷の種類または状態などに応じて、オン時間 TN または / およびオフ時間 TF を可変することにより、締付け精度、ネジ締めに要する時間、および反力の状態を最適の状態に設定することができる。

〔第 2 の実施形態〕

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

【0097】

上に述べた第 1 の実施形態では、第 2 ステージにおける電流パルス DP の増加分 I2 を、第 1 ステージにおける電流パルス DP の増加分 I1 よりも小さくした。これによって、締付トルク TQ が第 1 の設定値である目標接近トルク TQN に達した後は、締付トルク TQ の各パルス状の回毎の増加分が目標接近トルク TQN に達する前よりも小さくなるように、電流パルス DP の増加分 I2 を制御した。

【0098】

これに対して第 2 の実施形態では、締付トルク TQ が目標接近トルク TQN に達したときに、モータ 11 に供給する各パルス状の回毎の電流の値を小さくする。これ以外の機能および構成については第 1 の実施形態と同じ部分が多いので、第 1 の実施形態と同じ部分については説明を省略しまたは簡略化し、第 1 の実施形態との相違点についてのみ以下に説明する。第 3 の実施形態についても同様である。

【0099】

図 10 は本発明の第 2 の実施形態のトルク 2 段制御処理のルーチンを示すフローチャート、図 11 は第 2 の実施形態のトルク 2 段制御の様子を示す図である。図 12 は第 2 の実施形態のトルク 2 段制御の変形例を示す図である。

【0100】

図 10 において、トルク 2 段制御では、締付トルク TQ が目標接近トルク TQN に達していないときには (#51 でノー)、電流パルス DP の電流値を D1T1 に設定する (#52)。締付トルク TQ が目標接近トルク TQN に達した後は (#51 でイエス)、電流パルス DP の電流値を、D1T1 よりも小さい D1T2 に設定する (#53)。

10

20

30

40

50

【0101】

すなわち、図11に示すように、電流制御モードにおいて、モータ11に供給する電流が、第2ステージにおいて第1ステージよりも低下するように制御する。具体的には、第1ステージでは、電流指令データD1Tによる電流パルスDPの値(電流値)がD1T1で一定であり、第2ステージでは、電流値をD1T1からD1T2に低下させる。締付トルクTQが目標トルクTQJに達したときに、電流指令データD1Tをゼロにする。

【0102】

このようにトルク2段制御を行うことによって、第1の実施形態の場合と同様に、締付トルクの精度の向上とネジ締めに必要な時間の短縮を図ることができる。なお、電流値D1T1、D1T2の値は、種々の値に設定することが可能である。

10

【0103】

上に述べた第2の実施形態においては、締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達した時点で、電流指令データD1Tの値を下げ、モータ11に供給する電流を低下させたが、第1ステージおよび第2ステージのそれぞれの間において、電流指令データD1Tの値はD1T1、D1T2で一定であった。しかし、それぞれのステージにおいて電流指令データD1Tの値を変化させてもよい。その具体例を次にあげる。

(1) 図12(A)に示すように、第1ステージにおいては、電流値D1T1を一定とし、目標接近トルクTQNに達した時点で電流値を低下させてD1T2とし、その後、第2ステージの間において、電流パルスDPの回毎に、電流値を所定の増加分I2ずつ増大させる。

20

(2) 図12(B)に示すように、第1ステージにおいては、電流値を、D1T1から、電流パルスDPの回毎に所定の増加分I1ずつ増大させる。目標接近トルクTQNに達した時点で電流値を低下させてD1T2とし、その後、第2ステージの間において、電流値D1T2を一定とする。なお、この場合に、電流値D1T1とD1T2とは同じであってもよく、また異なってもよい。

(3) 図12(C)に示すように、第1ステージにおいては、電流値を、D1T1から、電流パルスDPの回毎に所定の増加分I1ずつ増大させる。目標接近トルクTQNに達した時点で電流値を低下させてD1T2とし、その後、第2ステージの間において、電流パルスDPの回毎に、電流値を所定の増加分I2ずつ増大させる。

【0104】

これらの変形例において、増加分I1、I2は種々の値に設定することが可能である。また、増加分I1とI2とは同じであってもよく、また異なってもよい。

30

〔第3の実施形態〕

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

【0105】

図13は本発明の第3の実施形態のトルク2段制御処理のルーチンを示すフローチャートである。

【0106】

第3の実施形態では、第1の実施形態と第2の実施形態とを組み合わせる。つまり、図13に示すように、第1ステージにおいて、初回のみ、電流パルスDPの電流値をD1T1に設定する(#61)。その後において、締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達していないときには(#62でノー)、電流値に増加分I1を加算する(#63)。締付トルクTQが目標接近トルクTQNに達した後は(#62でイエス)、初回のみ電流パルスDPの電流値をD1T2に設定し(#64)、その後は電流値に増加分I2を加算する(#65)。なお、増加分I2は増加分I1よりも小さい値である。

40

【0107】

つまり、第3の実施形態は、上に述べた第2の実施形態の変形例(3)の特別の場合であり、図12(C)における増加分I2が増加分I1よりも小さい場合である。

【0108】

第3の実施形態のようにトルク2段制御を行うことによって、第1の実施形態の場合と

50

同様に、締付トルクの精度の向上とネジ締めに要する時間の短縮を図ることができる。なお、第1の実施形態、第2の実施形態、その変形例、第3の実施形態のいずれを採用するかは、ネジの種類、サイズ、締め付け部材の材質および状態など、負荷の状況に応じて選択すればよい。

【0109】

なお、第1の実施形態の特徴的な構成は請求項2および10に、第2の実施形態は請求項4～7および11に、第3の実施形態は請求項3に、それぞれ対応する。

【0110】

上の実施形態において、モータ11が最大回転速度となったことを検出するのに、上に述べた以外の種々のセンサ、回路、デバイス、演算方法、またはプログラムなどを用いることができる。

10

【0111】

また、上の実施形態においては、締付トルクTQを検出するためにトルクセンサ13を用いているが、トルクセンサ13を用いることなく、モータ11の回転速度に基づいて演算によって締付トルクTQを求めてもよい。つまり、モータ11の回転速度が分かれば、ネジ締め装置本体3の機械的な構造などから締付トルクTQを計算によって求めることができる。そのような計算式またはプログラムを適当なメモリに格納しておき、回転速度が検出される度毎にリアルタイムで締付トルクTQを求めればよい。また、演算で求めるのではなく、回転速度と締付トルクTQとの対応をテーブルのようにして格納しておき、回転速度の検出の度毎に締付トルクTQをテーブルから読み出すようにしてもよい。また、その場合に、読み出した値に対して、適当な補間演算を行ってより正確な締付トルクTQと求めるようにしてもよい。つまり、この場合に、エンコーダ14、速度検出部32、または指令制御部44などがトルク検出手段となり得る。また、モータ11の回転速度の検出のために、回転速度に比例したアナログ信号を出力するセンサ、その他のセンサを用いてもよい。

20

【0112】

上の実施形態において、ネジ締め装置本体3、制御装置4、ネジ締め装置1の全体または各部の構造、形状、個数、処理の内容または順序などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。

【産業上の利用可能性】

30

【0113】

本発明は、自動車、自動化機械、その他各種装置の組み立てラインにおけるネジ締作業に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明に係るネジ締め装置の全体の構成を示すブロック図である。

【図2】ネジ締め装置の締め付け動作の手順を示すフローチャートである。

【図3】電流制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図4】最大回転検出処理のルーチンを示すフローチャートである。

【図5】トルク2段制御処理のルーチンを示すフローチャートである。

40

【図6】ネジ締め装置によるネジ締め動作の全体の状態を示す図である。

【図7】電流パルスの増加分の変化の様子を拡大して示す図である。

【図8】モータの回転速度と電流指令データとの関係を示す図である。

【図9】電流パルスの制御の様子を詳しく示す図である。

【図10】第2の実施形態のトルク2段制御処理を示すフローチャートである。

【図11】第2の実施形態のトルク2段制御の様子を示す図である。

【図12】第2の実施形態のトルク2段制御の変形例を示す図である。

【図13】第3の実施形態のトルク2段制御処理を示すフローチャートである。

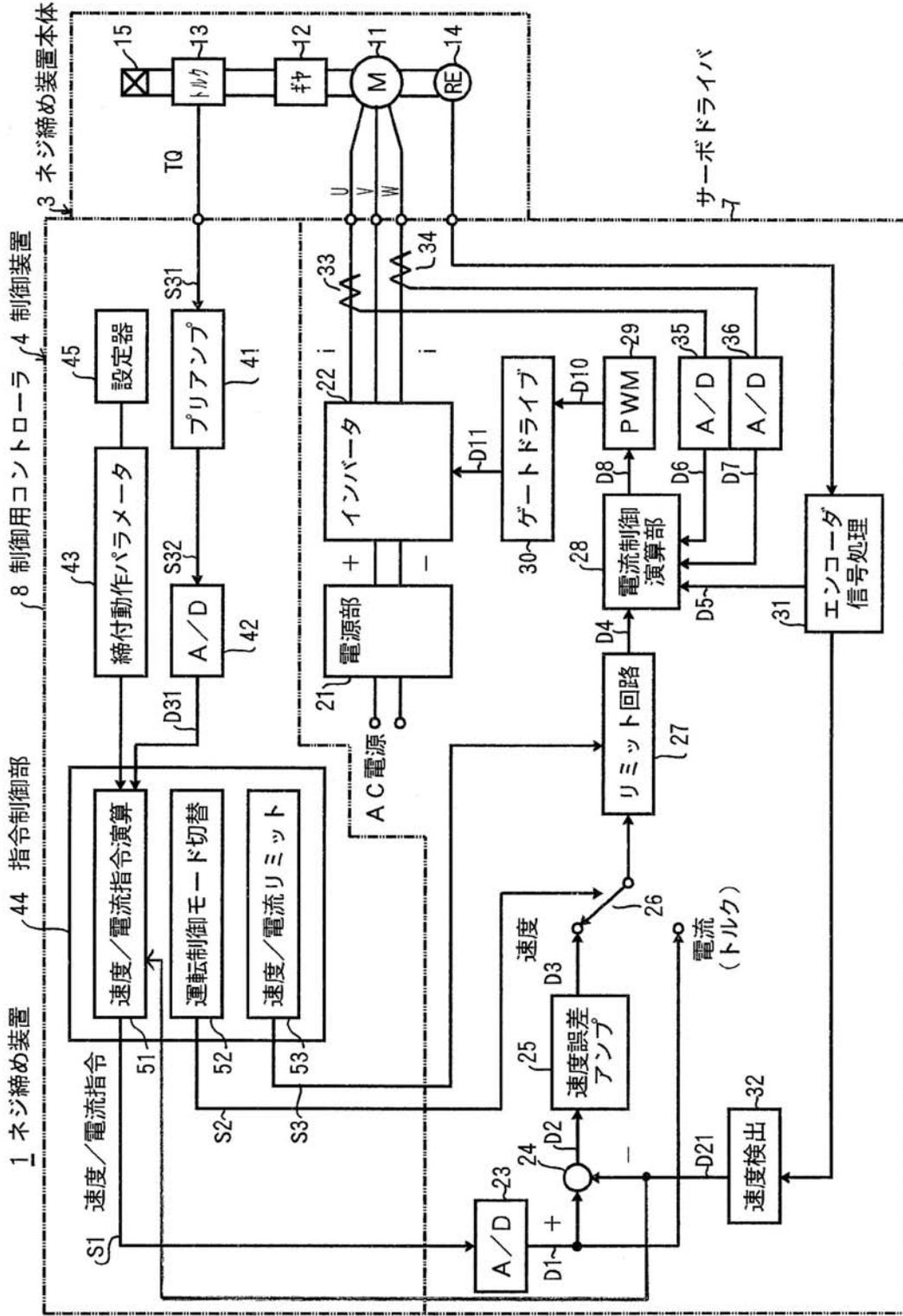
【符号の説明】

【0115】

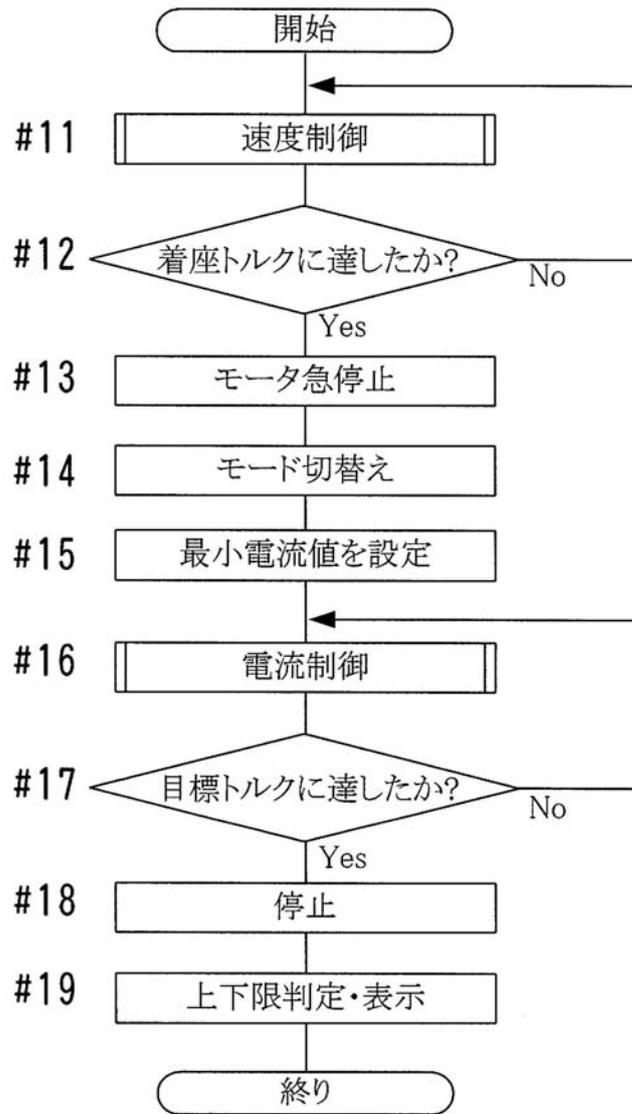
50

1	ネジ締め装置	
3	ネジ締め装置本体	
4	制御装置	
8	制御用コントローラ	
1 1	モータ	
1 3	トルクセンサ	
1 4	エンコーダ	
3 2	速度検出部	
4 4	指令制御部（パルス駆動手段、パルス制御手段）	
4 5	設定器（設定手段）	10
5 1	速度／電流指令演算部	
T Q	締付トルク	
T Q N	目標接近トルク（第 1 の設定値）	
T Q J	目標トルク（第 2 の設定値）	
1	第 1 スロープ（第 1 の増加分）	
2	第 2 スロープ（第 2 の増加分）	
I 1	増加分（第 1 の増加分）	
I 2	増加分（第 2 の増加分）	
D 1 T	電流指令データ	
D P	電流パルス	20

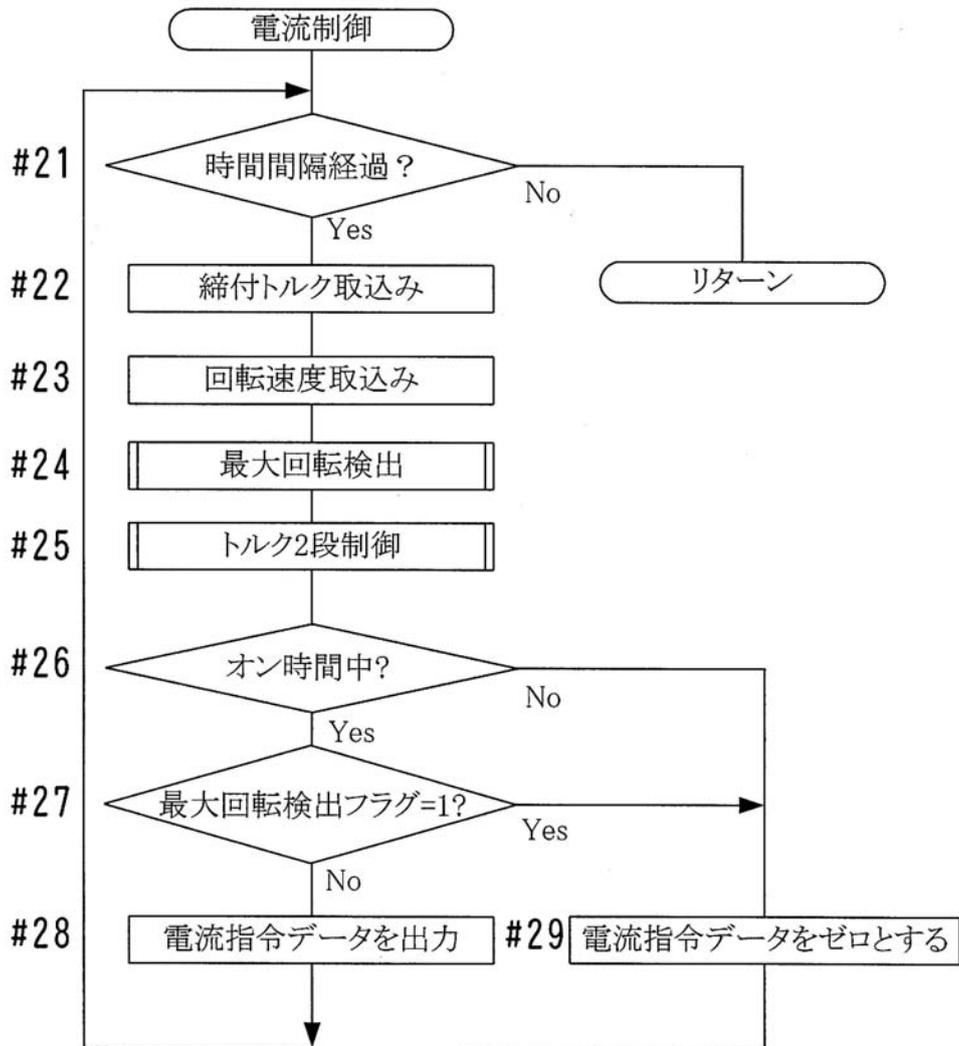
【 図 1 】



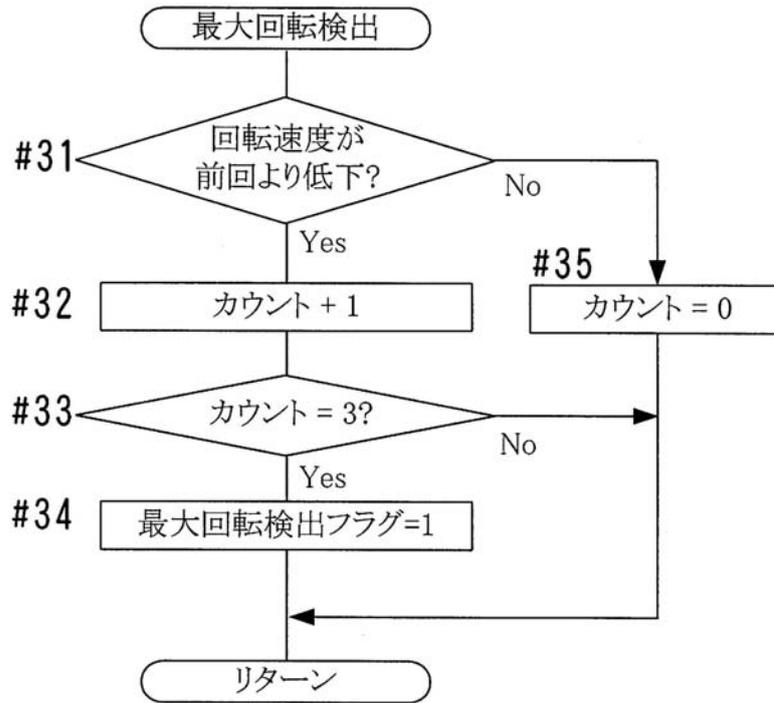
【図2】



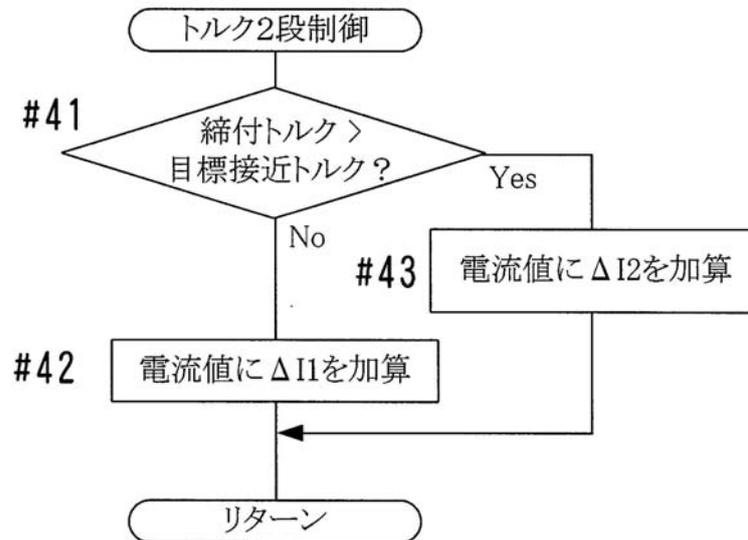
【図3】



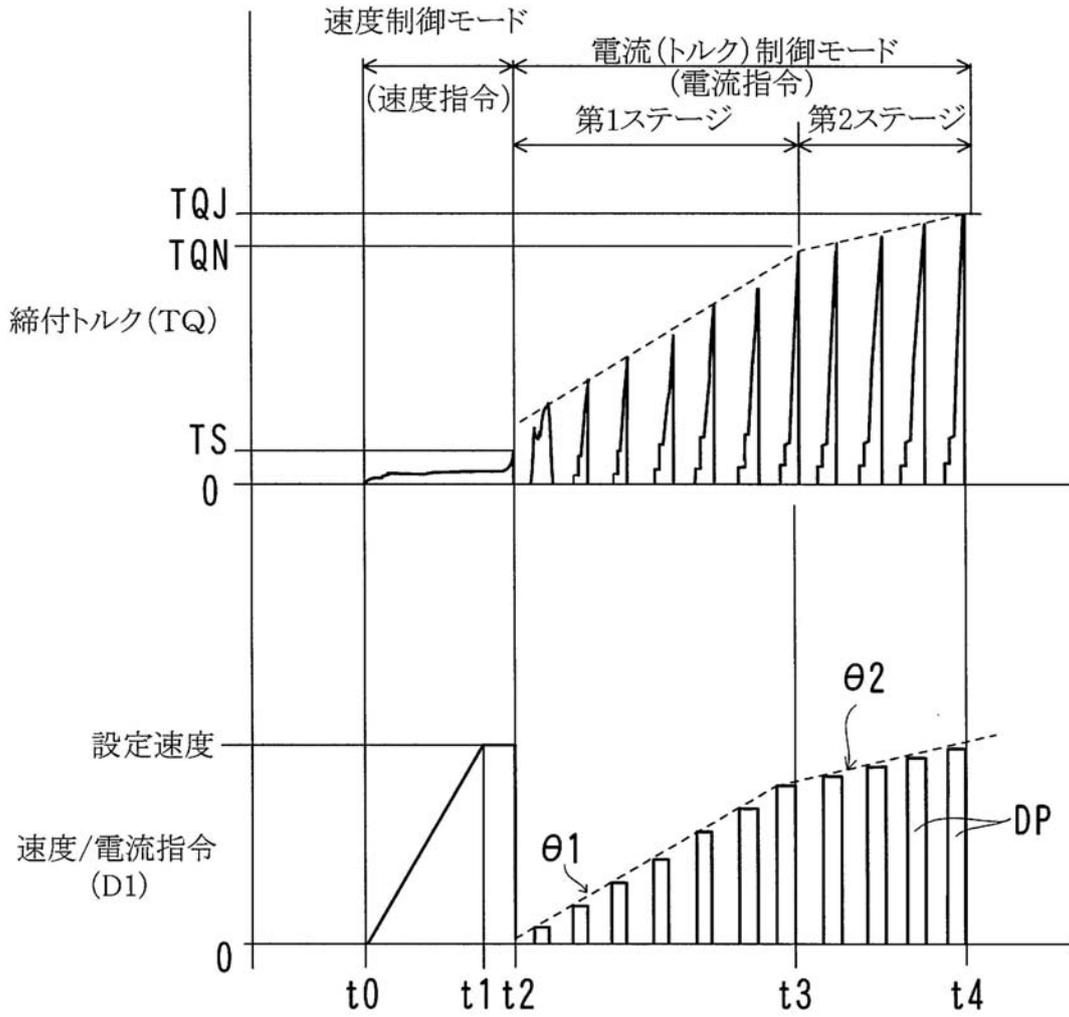
【図4】



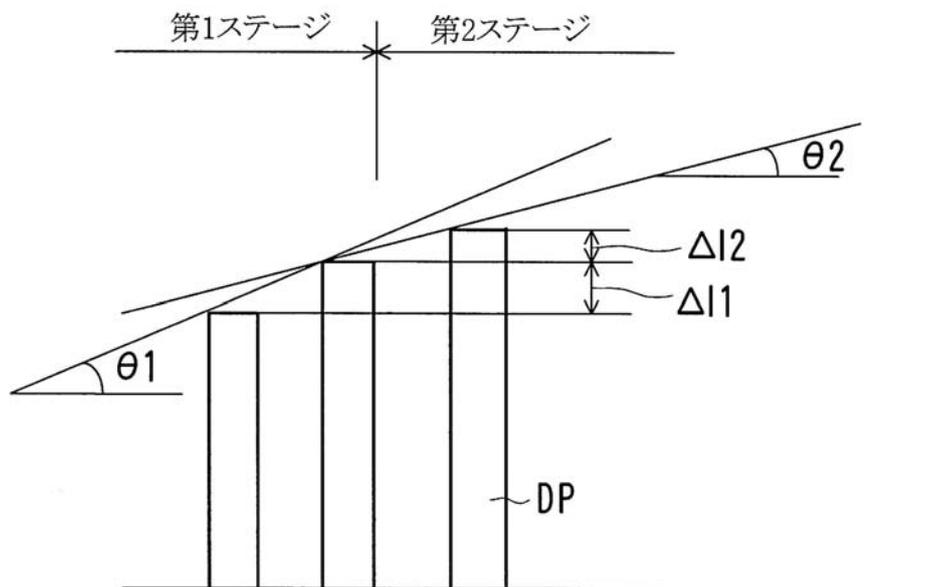
【図5】



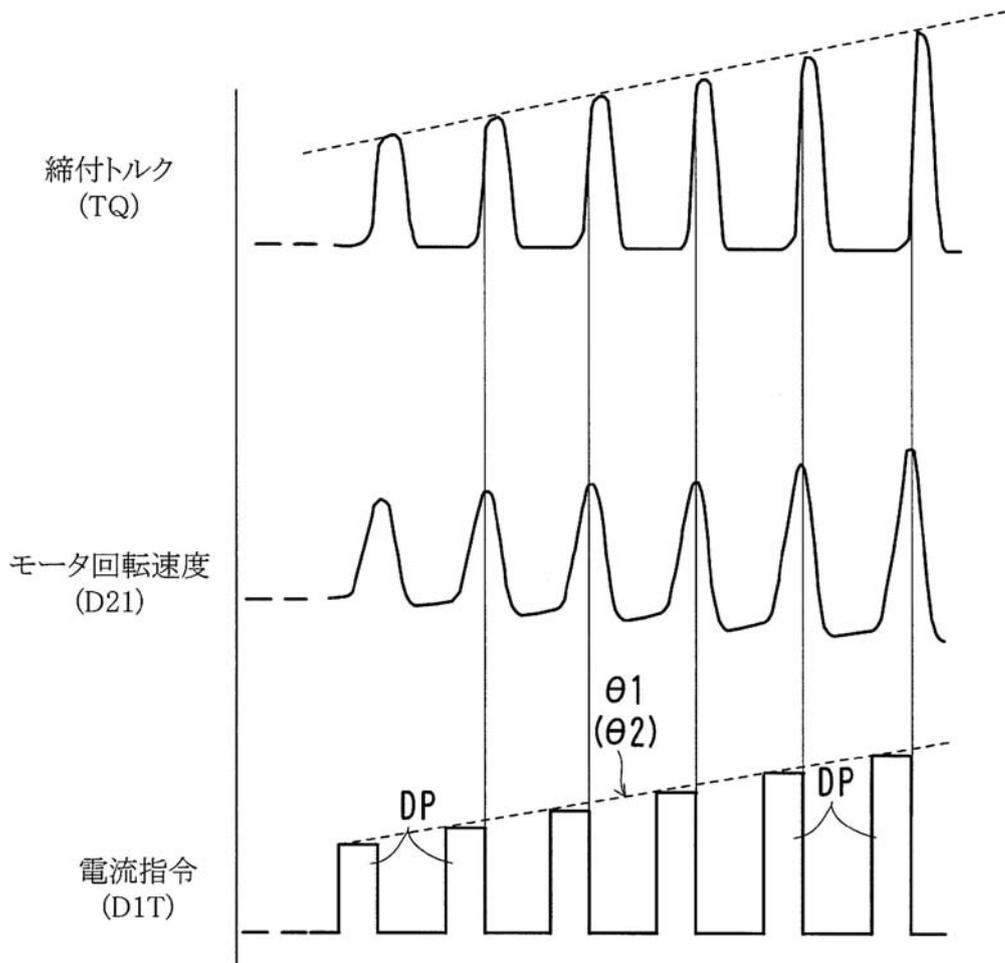
【図6】



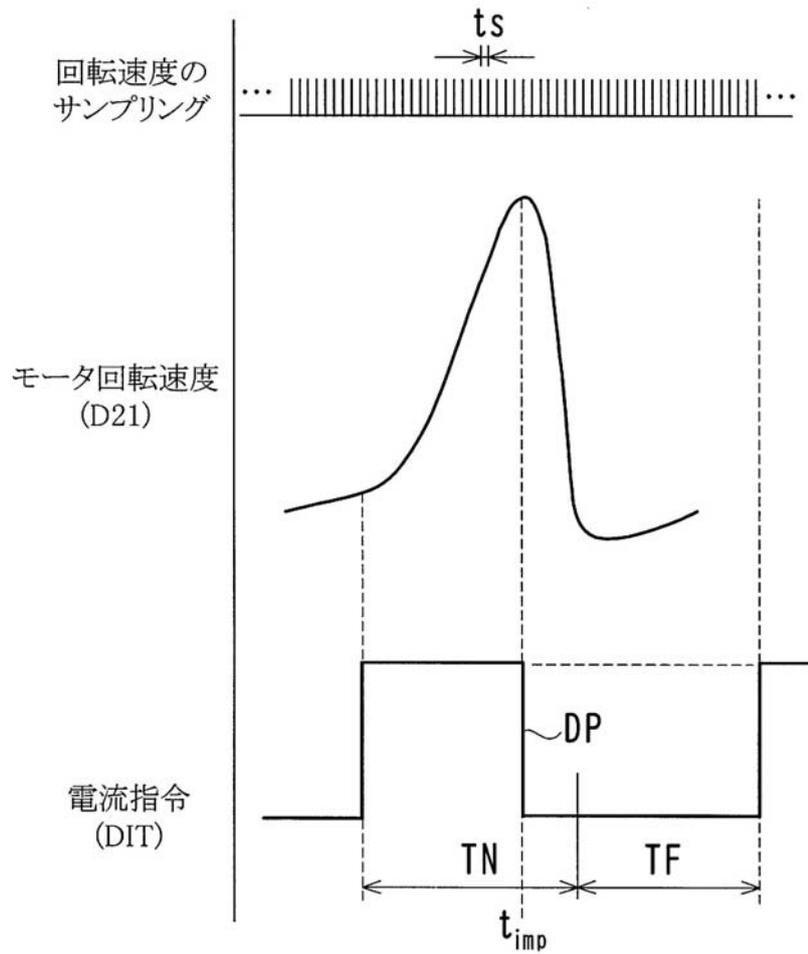
【図7】



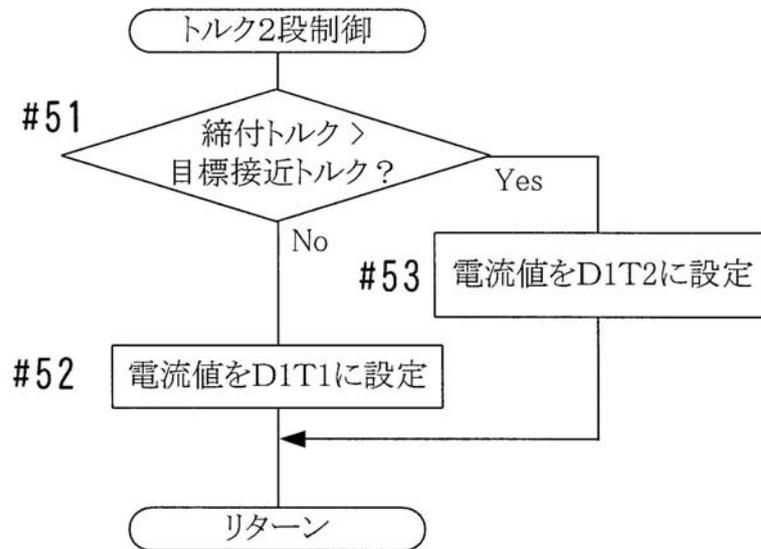
【図8】



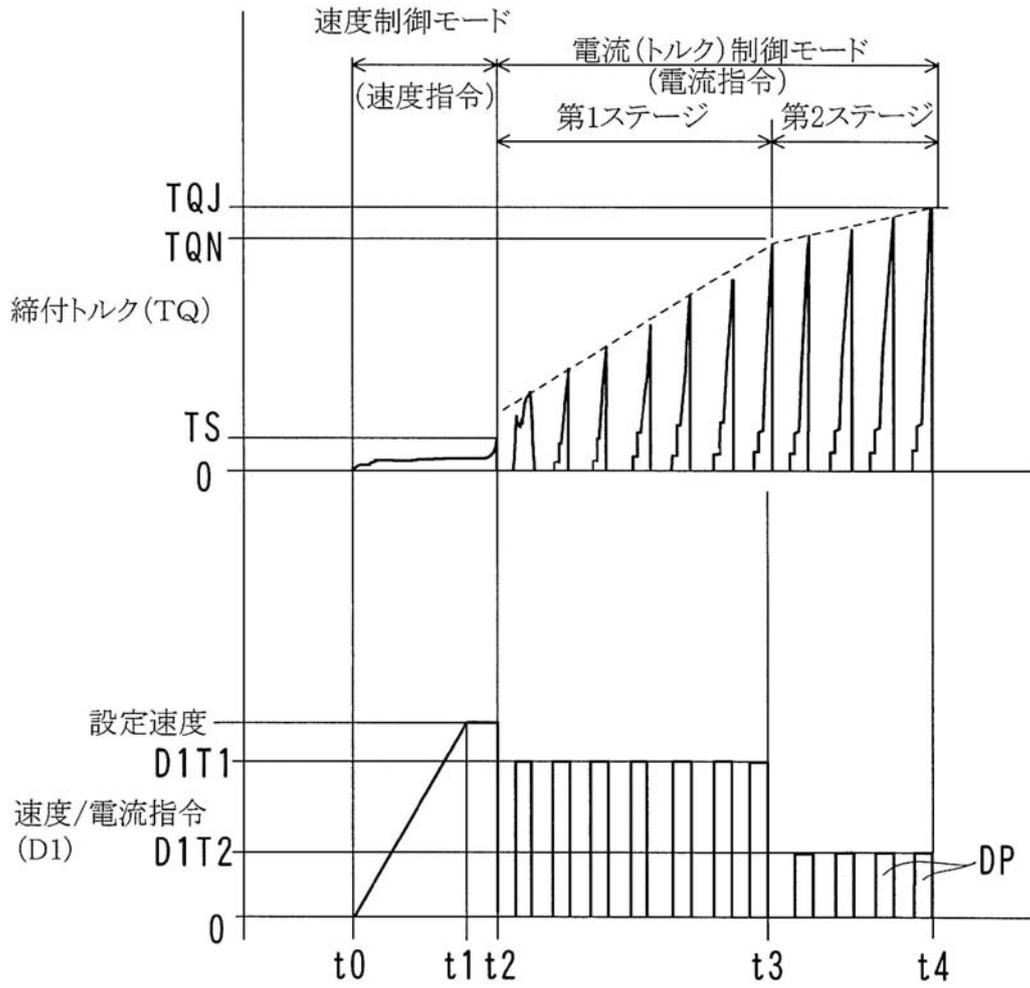
【図9】



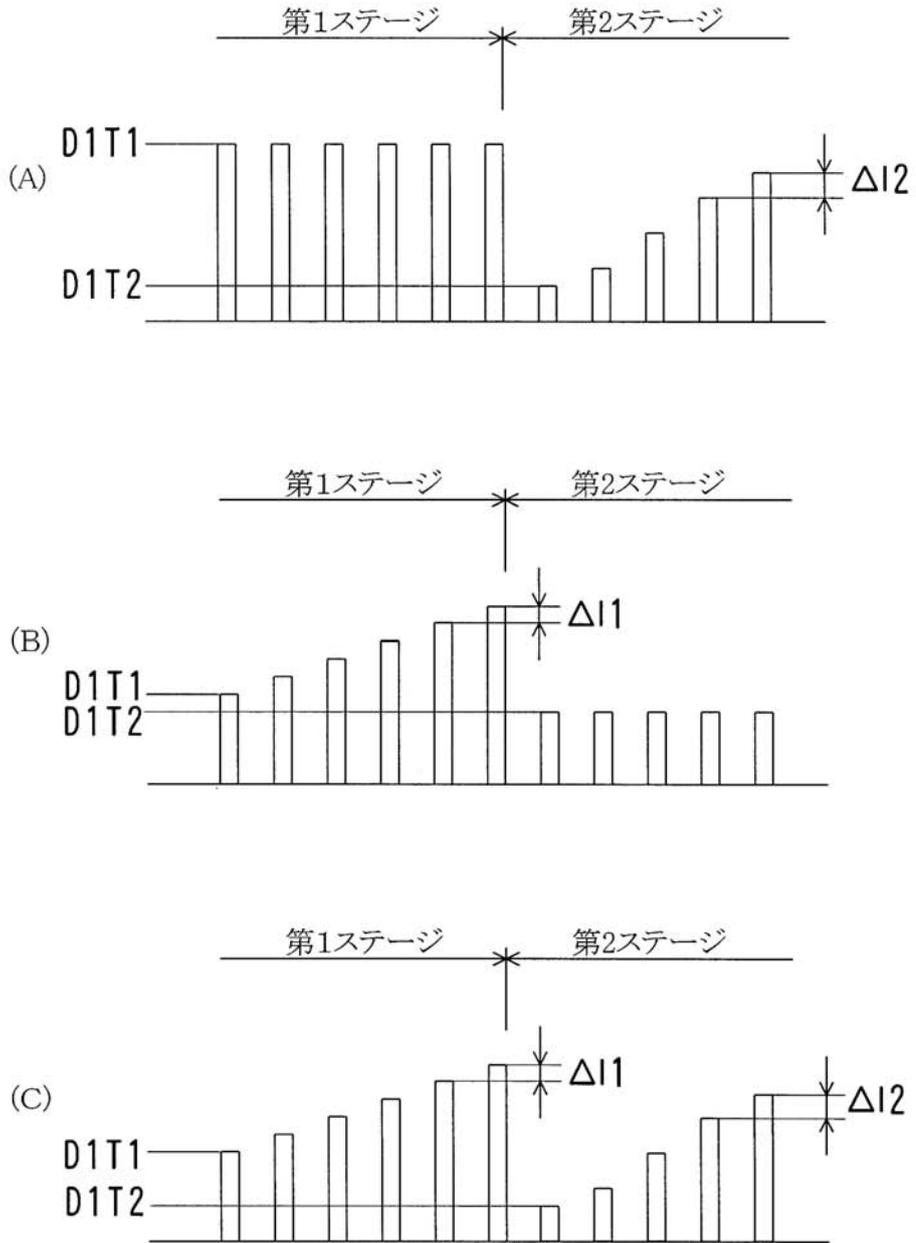
【図10】



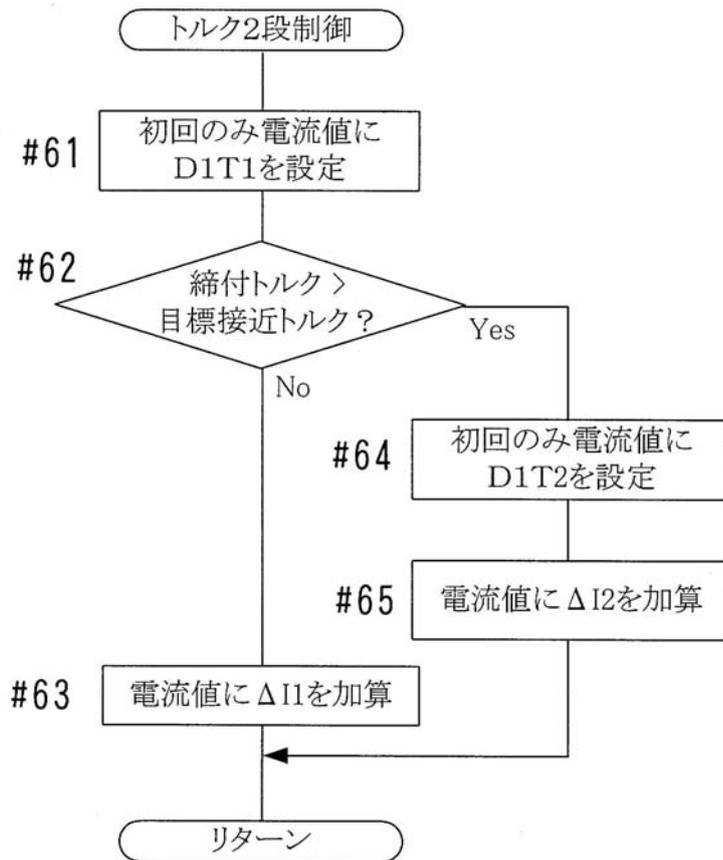
【図 11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 高村 均

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地の1 本田技研工業株式会社 埼玉製作所内

審査官 八木 誠

(56)参考文献 特開2004-322262(JP,A)

特開平5-131377(JP,A)

特開昭58-171272(JP,A)

特開昭59-219176(JP,A)

特開平8-1536(JP,A)

特表2001-521448(JP,A)

特開2002-1676(JP,A)

特開平3-43161(JP,A)

特開平1-321177(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25B21/00-23/18