

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7534093号
(P7534093)

(45)発行日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(24)登録日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(51)国際特許分類	F I		
B 2 5 B 29/02 (2006.01)	B 2 5 B	29/02	
B 2 3 P 19/06 (2006.01)	B 2 3 P	19/06	E
	B 2 3 P	19/06	K
	B 2 3 P	19/06	P

請求項の数 10 外国語出願 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-11606(P2020-11606)	(73)特許権者	507335012
(22)出願日	令和2年1月28日(2020.1.28)		ヨルク ホーマン
(65)公開番号	特開2020-121402(P2020-121402 A)		Joerg Hohmann
(43)公開日	令和2年8月13日(2020.8.13)		ドイツ国, 59872 メシュエデ, ウーラントシュトラッセ 6a
審査請求日	令和4年10月19日(2022.10.19)		Uhlandstrasse 6a, D-59872 Meschede, Germany
(31)優先権主張番号	10 2019 102 133.2	(73)特許権者	507335023
(32)優先日	平成31年1月29日(2019.1.29)		フランク ホーマン
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		Frank Hohmann
(31)優先権主張番号	10 2019 103 850.2		ドイツ国, 59581 ヴァルシュタイン, ヨーゼフ・メンケ・シュトラッセ 25
(32)優先日	平成31年2月15日(2019.2.15)		Josef-Menke-Strass
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ねじ接続部の記録される締付けまたは再締付けのための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸方向に作動するテンショニング装置(11)と、ナット(3)のための回転駆動装置(17)と、ドキュメンテーションモジュール(24)を備えたプロセス制御ユニット(23)とを使用する、ねじ山付きボルト(2)と、前記ねじ山付きボルトにねじ込まれ基板(5A)に対して支持される前記ナット(3)とから成るねじ接続部(1)の記録される締付けまたは再締付けのための方法であって、前記テンショニング装置(11)は、シリンダハウジング(18)と、前記シリンダハウジング(18)内に配置された交換可能なブシュ(12)であって、前記ねじ山付きボルト(2)に面した端部に雌ねじ山(13)を備えるとともに、前記ねじ山付きボルト(2)にねじ込むことができる交換可能なブシュ(12)と、前記シリンダハウジング(18)内で軸方向可動であって、油圧(P)をかけることができる少なくとも一つのピストン(25)とを有しており、前記交換可能なブシュ(12)は、前記ピストン(25)によって軸方向で連行され、前記回転駆動装置(17)は、モジュールとして前記シリンダハウジング(18)上の外部に位置し得る、方法において、前記方法は、以下のステップ、すなわち、

- a) 前記ナットが前記基板(5A)に対して隙間なく支持されるように、少なくとも必要な締付けモーメントで、前記回転駆動装置(17)によって前記ナット(3)を締め付け、
- b) 前記テンショニング装置(11)を作動させることにより、前記ナット(3)を越えて突出する前記ねじ山付きボルト(2)のねじ山付き端部(15)に軸方向の張力を加えることによって、前記ねじ接続部(1)を伸長し、

c) 前記伸長を維持しながら、前記回転駆動装置(17)により前記ナット(3)をさらに締め付け、これと同時に、前記さらなる締め付けの間に動いた回転角度を、回転角度センサによって検出し、

d) 前記伸長に関連する前記ねじ山付きボルト(2)の延長を、

- 前記動いた回転角度、および

- 前記ねじ接続部(1)のねじ山ジオメトリ、

から計算し、

e) 前記ねじ山付きボルト(2)における長手方向の力(F)を、

- 前記延長、

- ボルト直径、および

- ボルト長さ、

から計算する、

ステップを有し、

計算した前記長手方向の力(F)は、前記ねじ接続部(1)を識別する識別子と共に、前記ドキュメンテーションモジュール(24)内に格納され、

前記ナット(3)の前記締め付け、および前記さらなる締め付けは、同じ締め付けモーメントで行なわれ、

前記ナット(3)の締め付けの際に、および前記ナット(3)のさらなる締め付けの際に使用されたトルクが、トルクセンサによって検出され、対応するトルク値が、前記ドキュメンテーションモジュール(24)内に格納され、

前記締め付けモーメントの検出は、前記回転駆動装置(17)における前記ナット(3)の締め付けおよびさらなる締め付けと共に実施される、

方法。

【請求項2】

前記ねじ接続部に存在している識別子(7)をスキャンすることにより、前記ねじ接続部(1)を識別する、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記ねじ接続部(1)の前記識別後に、前記テンショニング装置(11)が作動される前に、データベースに格納された締め付け力および/または締め付け圧を、前記プロセス制御ユニット(23)によって使用者に通信する、請求項1または2記載の方法。

【請求項4】

前記ねじ接続部(1)の前記識別後に、データベースに格納された締め付け力および/または締め付け圧が、前記プロセス制御ユニット(23)によって自動的に選択され、前記テンショニング装置(11)に接続された油圧ポンプは自動的にこの圧力にもたらされる、請求項1または2記載の方法。

【請求項5】

前記ねじ接続部(1)の前記識別後に、データベースに格納された締め付け力および/または締め付け圧が、前記プロセス制御ユニット(23)によって選択され、前記選択された値を使用することにより、前記テンショニング装置(11)は前記プロセス制御ユニット(23)によって自動的に作動される、請求項1または2記載の方法。

【請求項6】

前記回転角度の検出を、前記モジュール内に前記回転角度センサを配置することにより実施する、請求項1記載の方法。

【請求項7】

前記回転角度の検出を、前記回転駆動装置(17)上に位置してよいトルクレンチ(10)に前記回転角度センサを配置することにより実施する、請求項1記載の方法。

【請求項8】

前記締め付けモーメントの検出を、前記回転駆動装置(17)上に位置してよいトルクレンチ(10)における前記ナット(3)の締め付けおよびさらなる締め付けと共に実施する、請求項1記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記モジュールと前記プロセス制御ユニット(23)との間の信号送信を、有線または無線で実施する、請求項1または6記載の方法。

【請求項 10】

信号送信を、前記トルクレンチ(10)と前記プロセス制御ユニット(23)との間で有線または無線で実施する、請求項7または8記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、軸方向に作動するテンショニング装置と、ナットのための回転駆動装置と、ドキュメンテーションモジュールを備えたプロセス制御ユニットとを使用する、ねじ山付きボルトと、ねじ山付きボルトにねじ込まれ基板に対して支持されるナットとから成るねじ接続部の記録される締付けまたは再締付けのための方法に関する。

10

【0002】

油圧操作されて軸方向に作動するねじテンショニングシリンダは、独国特許出願公開第10145847号明細書、国際公開第2008/092768号、国際公開第2010/054959号、または独国特許出願公開第102015104133号明細書に開示されている。ねじ山付きボルトと、このボルト上にねじこまれ基板に対して支持されるナットとから成るねじ接続部のテンショニングまたは再テンショニングのためには、最初に、テンショニングシリンダの交換可能なブシュが、ナットを越えて突出するねじ山付きボルトの自由端部にねじ込まれる。この目的のために、交換可能なブシュには、対応する雌ねじ山が設けられている。交換可能なブシュは、油圧シリンダハウジング内側に配置されていて、少なくとも1つのピストンによって取り囲まれている。油圧ピストンシリンダユニットの一部としてのピストンは、交換可能なブシュを軸方向で連行することができ、これによりねじ山付きボルトは一時的に軸方向で伸長される。ボルトが伸長されている間、シリンダハウジング上に外部で配置されている回転駆動装置によってナットは再締め付けされる、すなわち回される。

20

【0003】

回転駆動装置は、独国特許出願公開第10145847号明細書によるねじテンショニングシリンダにおいて、ギア付き電気モータとして構成されており、回転駆動装置の回転角度を検出する回転角度センサを有している。さらに、計算装置が存在しており、前記計算装置は、ねじ山付きボルトの既知のねじ山ピッチと組み合わせて、検出された回転角度から、ボルトの伸長、および結果として生じるねじ山付きボルトの予張力を計算し、これを使用者に示す。

30

【0004】

一般的に、ねじテンショニングプロセスで使用される操作パラメータおよびねじケースに関連する一般的なデータは、体系的に検出されず、記録されていない。そのようなデータは、例えば、ブランド、ねじ山付きボルトまたはナットの形式またはモデル、およびボルトおよび/またはナットの締付け値およびトルク値に関するものであってよい。しばしば、ねじテンショニング装置は、このようなデータを検出し、記録するための適切なデバイスを持っていない。しかしながら記録は、恒久的な制御チェックが必須であり、安全上の理由から、十分に強いねじ接続を証明しなければならないねじ接続部においては、特に重要である。これは例えば、化学的または原子力の危険物を含む反応器または貯蔵容器の場合である。

40

【0005】

さらに、テンショニング装置の使用者が、張力をかけられるべきボルトのために、必要なまたは理想的な油圧、および締付け圧および/またはこれに関連する締付け力の範囲を知らないならば、問題であろう。値は、ボルトの形式、ブランド、またはサイズに応じて変動する場合がある。この結果、ボルトが締め付けられた後、小さすぎるまたは大きすぎる長手方向の力が存在することになるかもしれない。ボルトが理想的な締付け力で締め付

50

けられておらず、結果として、ねじ山付きボルトにおける長手方向の力が、最適な力と対応していない場合、作動安全性に影響を与えるこれらの要因に加えて、締付けまたは再締付けプロセスの品質および精度も低下するかもしれない。さらなる欠点は、ナットを回すときに、不適切なトルクが使用されることである。

【 0 0 0 6 】

ねじ接続部に存在する個々の識別子、好適にはバーコード識別子をスキャンすることにより、ねじ接続部の明確な識別を提供することが知られている。したがって検出された識別子はデータとして、ドキュメンテーションモジュールに格納される。テンショニング装置によって、ねじ山付きボルトのねじ山付き端部を軸方向に引っ張ることによりねじ接続部を伸長させ、これと同時に適用された締付け力および/または油圧締付け圧も、ドキュメンテーションモジュールに格納される。伸長中は、例えば、手動のトルクレンチを使用してナットが回される。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、軸方向で作動するテンショニング装置により、高強度ねじ接続部を締め付けるとき、または再締付けするとき、個々のねじケースに関して具体的な記録を可能にし、これによりねじ締めプロセスの品質、および再現性を改善できるようにすることである。

【 0 0 0 8 】

この課題は、請求項 1 の特徴を有する方法を提案することにより達成される。この方法は、以下のステップを有する：

20

a) ナットが基板に対して隙間なく支持されるように、少なくとも必要な締付けモーメントで、回転駆動装置によってナットを締め付け、
b) テンショニング装置を作動させることにより、ナットを越えて突出するねじ山付きボルトのねじ山付き端部に軸方向の張力を加えることによって、ねじ接続部を伸長し、
c) 伸長を維持しながら、回転駆動装置によりナットをさらに締め付け、これと同時に、このさらなる締付けの間に動いた回転角度を、回転角度センサによって検出し、
d) 伸長に関連するねじ山付きボルトの延長を、

- 動いた回転角度、および
- ねじ接続部のねじ山ジオメトリ、

から計算し、

30

e) ねじ山付きボルトにおける長手方向の力 F を、

- 延長、
- ボルト直径、および
- ボルト長さ、

から計算し、

f) 計算した長手方向の力を、ねじ接続部を識別する識別子と共に、ドキュメンテーションモジュール内に格納する。

【 0 0 0 9 】

この方法を使用することにより、個々のねじのケースに関する重要な特性データが記録され、これにより、得られたねじ接続部の品質を、遡及的にも、チェックし続けることができる。さらなる付加的なデータは、一般的な性質のものであってもよく、例えば、ねじ接続部の製造業者のマーク、型、シリアル番号、タイプ、モデル、またはさらなる物理的および技術的特性を含む。

40

【 0 0 1 0 】

特に重要なパラメータは、締付けまたは再締付け後に長手方向に変形したねじ山付きボルトのねじ接続部に存在する長手方向の力であり、これは、ボルトにおける引張ひずみを表す。長手方向の力は、好適には油圧により実施されるテンショニングプロセス中にねじ山付きボルトが受ける延長、したがって伸長に依存する。

【 0 0 1 1 】

したがって、第 1 の計算ステップでは、伸長に関連するねじ山付きボルトの延長が、

50

- ナットの回転中に動いた回転角度、
 - およびねじ接続部のねじ山ジオメトリ、
- から計算される。

【0012】

この場合、動いた回転角度は、必ずしもナット自体の回転角度でなくてもよく、ナットの回転角度に連動する異なる回転角度であってもよい。例えば、回転駆動装置の歯車エレメントが、回転角度センサによって検出されてもよく、または回転角度センサは、ナットの締付けのために使用される手持ち式工具の構成部分であるか、回転角度センサは、テンショニング装置のシリンダハウジングに構造的に組み込まれている。

【0013】

計算パラメータとして第1の計算ステップで使用されるねじ接続部のねじ山ジオメトリは、ねじ山付きボルトおよびナットのねじ山のねじ山ピッチである。したがって、長手方向の寸法を、回転角度とねじ山ピッチという2つのジオメトリ値から、すなわちこの場合、ねじ山付きボルトの軸方向のテンショニング、すなわち延長により得られたねじ山付きボルトの伸長に関連する値から直接計算することができる。

【0014】

第2の計算ステップでは、ねじ山付きボルトにおいて張力方向で作用する長手方向の力が計算され、すなわち、

- 第1の計算ステップで決定されたねじ山付きボルトの延長、
 - ねじ山付きボルトのボルト直径、
 - およびボルト長さ、
- から計算される。

【0015】

この場合、この計算のために使用されるボルト長さは、幅広のボルトヘッドを含むねじ山付きボルトの絶対長ではない。その代わりに、関連する、ねじ山付きボルトが著しく変形した分の長さが使用される。ねじ山付きボルトのねじ山付き部分の一部と、存在しているのであればねじ山付きボルトのねじ山のないシャンク部分とが、この点に関連する長さを成す。この場合、第2の計算ステップで使用される関連するボルト長さは、ねじ山付き部分の長さ、および付加的に、ボルトヘッドと、同じく実質的に堅固に保持されるナットとの間に延在するシャンク部分の長さである。したがって延長は、テンショニングプロセス中、ボルトのこの長手方向部分で実施される。

【0016】

ねじ山付きボルトにおける長手方向の力の正確な値を計算できるかどうかは、ナットを再締付けするときの精度および再現可能性に依存する。したがって、ナットを締め付ける際に、主として接触面の非平坦性に基つき、沈降プロセスが生じる場合がある。

【0017】

このような理由から、マルチステップアプローチがとられる。上述した方法ステップa)では、ナットは、好適にはテンショニング装置が作動している間に、準備ステップで、例えば50 barの油圧の低い圧力で、沈降プロセスが実質的に排除され、その結果ナットが実質的に隙間なく基板に対して支持されるような締付けモーメントで、回転駆動装置によって締め付けられる。

【0018】

ナットと基板とが実質的に隙間なく接触された後でのみ、ステップb)で、例えば1500 barの実際の油圧システム圧でテンショニング装置が作動され、したがって、ねじ山付きボルトのねじ山付き端部に軸方向の張力を加えることによりねじ接続部の伸長が行われることが保証される。軸方向の張力を維持することにより、ステップc)で、回転駆動装置によるナットのさらなる再締付けおよび/または回転が実施され、かつこのさらなる再締付けの間に動く回転角度の、回転角度センサによる検出が実施される。

【0019】

好適には、使用者による不正確な動作の危険を可能な限り低く維持するために、ステッ

10

20

30

40

50

ブ c) によれば、ナットのさらなる再締付けのために、ステップ a) によるナットのもとの再締付けにおけるのと同じ締付けモーメントを使用する。したがって、トルクレンチのさらなる設定は必要ない。

【 0 0 2 0 】

方法ステップ a) から c) による測定に基づき、計算ステップ d) および e) が行われる。この場合、第 1 の計算ステップでは、伸長に関連する、ねじ山付きボルトの延長が、

- ナットのさらなる再締付けの間に動いた回転角度、
- およびねじ接続部のねじ山ジオメトリ、

から計算される。

【 0 0 2 1 】

これに基づき、第 2 の計算ステップでは、ねじ山付きボルトにおける長手方向の力が、

- 延長、
- ボルト直径、
- および関連するボルト長さ、

から計算される。

【 0 0 2 2 】

最後に、方法ステップ f) によれば、ねじ山付きボルトにおける、このように計算された長手方向の力が、ねじ接続部を識別する識別子と共に、ドキュメンテーションモジュール内にデータセットとして格納される。

【 0 0 2 3 】

個々のねじ接続部は、スキャンにより識別され、識別結果はドキュメンテーションモジュール内に格納される。ドキュメンテーションモジュールでは、識別されたねじ接続部に付加的に、日付、時間、プロジェクト番号、またはその他のデータを割り当てることができる。このデータも、共通のデータセット内に格納されていて、したがっていつでもチェックすることができる。

【 0 0 2 4 】

データは、好適には、サーバ、外部コンピュータユニット、またはデータクラウドに保存される共通ファイルに格納される。ナットの再締付けのときに適用される締付け力および/または使用される油圧締付け圧、および実際に適用されたトルクについても同じことが当てはまる。データは、ドキュメンテーションモジュール内に、共通のデータセットとして格納される。この記録は、個々の各ねじ接続部の品質およびステータスのチェックを可能にし、いつでもチェックすることができ、遡及的にも、すなわち証拠のためにチェックすることもできる。

【 0 0 2 5 】

方法の好適な実施形態によれば、ナットの再締付けのときに回転駆動装置によって実際に適用されたトルクも、測定技術により検出され、測定された値は、ドキュメンテーションモジュール内に記録される。トルクの検出のために、例えば、回転駆動装置内に配置されたトルクセンサが使用される。選択的に、トルクは、測定技術により、使用される手持ち式工具で、例えば手動式のトルクレンチで検出される。

【 0 0 2 6 】

方法の 1 つの実施形態によれば、ねじ接続部の識別後に、使用者がテンショニング装置を作動させる前に、データベースに格納された締付け力および/または締付け圧が、プロセス制御ユニットによって使用者に提案される。この目的で、プロセス制御ユニットは電子データベースにアクセスすることができる。それぞれ識別されたねじ接続部の形式のための締付け力および/または油圧締付け圧のために最適なかつ/または推奨される値および/または値範囲が、このデータベースに格納されている。

【 0 0 2 7 】

しかしながら使用者が、個人的な経験から、異なる締付け力および/または異なる締付け圧の方が好ましいとするならば、使用者は、プロセス制御ユニットのパラメータ提案を受け入れない。使用者は手動で値を入力し、テンショニング装置を作動させる。このこと

10

20

30

40

50

も、ドキュメンテーションモジュールに記録される。

【0028】

さらなる実施形態によれば、ねじ接続部の識別後に、この特別な形式のねじ接続部のために最適なものとしてデータベースに格納された締付け力および/または締付け圧が、プロセス制御ユニットによって選択され、ねじテンショニングシリンダの油圧ポンプが自動的に、すなわち独立的に、この圧力にもたらされる。したがって、対応する供給ラインおよび放出ラインを介してねじテンショニングシリンダのピストンチャンバに接続された油圧ポンプは、プロセス制御ユニットによって作動されて、信号技術により特定のポンプ圧へともたらされる。

【0029】

この方法の実施のために、油圧駆動されるテンショニング装置が使用される。このテンショニング装置は、油圧シリンダとして構成されたシリンダハウジングと、シリンダハウジング内に配置される交換可能なブシュであって、ねじ山付きボルトに面した端部に雌ねじ山を備え、ねじ山付きボルトにねじ込むことができる交換可能なブシュと、シリンダハウジング内で軸方向可動であって、油圧供給源に接続することができる少なくとも1つのピストンであって、交換可能なブシュがこのピストンの中央を通過していて、結果として交換可能なブシュが軸方向で連行され得るピストンとを有している。

【0030】

シリンダハウジング、またはこのシリンダハウジングに堅固に接続された構成部分は、例えば、ナットも支持される機械エレメントのような基板に支持される。記載した方法は、油圧テンショニング装置を使用する場合に最も有利である。したがって、ねじ山付きボルトの油圧による伸長の結果、ねじ山付きボルト内には大きな長手方向の力が生じる。したがって、この長手方向の力の決定および記録は、締付けプロセスの品質の評価にとって、遡及的にも特に重要である。極めて高い締付け力および/または締付け圧に伴い、過剰な張力ひずみのもとでは、ねじ山付きボルトの跳ね上がり、または飛び出しの危険が常にある。したがって、使用者による解放を伴うまたは伴わない、識別されたねじ接続部のために適切かつ/または最適な締付け力および/または締付け圧の正しい選択は、有利である。

【0031】

テンショニングプロセスを準備する際には、いずれの場合でもナットを回すために使用される手持ち式工具によってねじ山付きボルトに、交換可能なブシュをねじ込むことができる。一方では交換可能なブシュのボルトへのねじ込み、他方ではナットの回転が、この場合、同じ1つの手持ち式工具、例えばラチェット機構を備えたトルクレンチによって行われる。

【0032】

ねじ接続部の識別子は、センサによって、特にバーコードスキャナによってスキャンされる。この場合、スキャナは光学センサであってよい。このセンサは、ねじテンショニングシリンダに組み込まれた構成要素、使用される手持ち式工具の構成要素、または別個装置であってよい。

【0033】

センサおよび/またはバーコードスキャナは、特に、ねじテンショニングシリンダの外部にまたは内部に配置されていてよい。

【0034】

しかしながら、手持ち式工具にセンサを配置することは、スキャナの柔軟性および取扱い性に関して利点を有することができる。したがって、手持ち式工具はコンパクトであり、重たいテンショニング装置よりも軽量である。

【0035】

モバイルコンピュータ、対応するようにプログラムされたタブレットコンピュータ、またはスマートフォンは、プロセス制御ユニットとして機能する。制御ユニットがディスプレイユニットと入力ユニットとを有していることが重要である。ディスプレイユニットと

10

20

30

40

50

入力ユニットとは例えば、共にタッチパネルに組み込まれてもよい。識別子を識別するためのセンサは、信号技術によってプロセス制御ユニットに接続されている。

【0036】

テンショニング装置および/または手持ち式工具には、信号技術によりプロセス制御ユニットに接続された送受信ユニットを設けることができ、その結果として、プロセス制御ユニットとのデータ交換が可能である。この場合、プロセス制御ユニットも送受信ユニットを有している。

【0037】

送受信ユニットは、信号接続により、無線式に、または有線式に共に接続されてよい。そのためには例えば、WLAN、radio、またはUMTSが適している。実際には、現代の任意の形式の無線信号伝送が適している場合もある。

10

【0038】

有利には、プロセス制御ユニットおよび識別子を記録するセンサのための共通のアプリケーションプログラムが存在し、前述のアプリケーションプログラムは、例えば、コンピュータユニットにインストールされている。

【0039】

ナットの回転は、好適にはテンショニング装置の外部に配置された回転駆動装置によって実施される。回転角度センサは、回転駆動装置の構成要素であってよい。回転角度センサは、締付け中および/または回転中に動いた回転角度を検出する。

【0040】

選択的に、回転角度センサは、手持ち式工具、すなわちトルクレンチに配置されてよい。このような配置は、手持ち式工具が、対応する回転機構を備えたラチェットとして構成されている場合に主に考慮される。

20

【0041】

検出された角度値は、例えばドキュメンテーションモジュールに格納されてよい。このために、回転角度センサは、例えばアプリケーションプログラムを介して信号技術によりプロセス制御ユニットに接続されており、これにより、検出された回転角度値は、プロセス制御ユニットによるコンピュータ技術による評価のために利用可能である。このような評価の間、ねじ山付きボルトの得られた伸長、したがって延長が、ねじ接続部の既知のねじ山ジオメトリに関連して、すなわちねじ山付きボルトにおけるおよびナットにおけるねじ山ピッチに関連して、ナットの回転中に動いた回転角度値から計算されてよい。このように計算された延長の値は、ドキュメンテーションモジュール内に格納されてよく、したがって恒久的に記録される。

30

【0042】

ねじ山付きボルトの延長に対応する回転角度が動かされ、次いでナットが隙間なく支持されるまで、予め規定されたトルクで回転されたならば、ねじ山付きボルトが正しい力で伸長され、ねじ山付きボルト内に存在する張力および/または長手方向の力が、各ボルト形式のために特定の最適値を有していて、かつ少なくとも対応する値の範囲にあることが保証される。

【0043】

ねじ山付きボルトにおける張力および/または長手方向の力は、以前に計算されたねじ山付きボルトの延長、ボルト横断面、この場合特に、ボルトの直径、および伸長により検出されたボルト長さから、コンピュータによって決定される。

40

【0044】

ドキュメンテーションモジュールは、メモリおよび/またはデータベースを有している。識別および締付けおよび回転プロセスのデータは、データベースに格納されて、後から呼び出すことができ、特に、適用された締付け力および/または締付け圧、実際に適用された手動トルク、およびテンショニングプロセスによりねじ山付きボルト内に存在している張力、すなわち長手方向の力はデータベースに格納されて、後から呼び出すことができる。

50

【 0 0 4 5 】

方法のさらなる詳細および利点は、以下の、図示した実施態様の説明により開示される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 2つの機械部品に張力をかけている、ナットを備えたねじ山付きボルトを示す図である。

【 図 2 】 ねじ山付きボルトに整列して置かれた上側の機械部品上に支持された、油圧操作されるねじ山付きボルトテンショニング装置の第 1 の実施形態を示す斜視図である。ねじ山付きボルトの自由端部上に交換可能なプッシュをねじ込んでおける手持ち式工具も示されている。

10

【 図 3 】 図 2 と同じテンショニング装置を軸方向テンショニングプロセス中の状態を示す図である。

【 図 4 】 手持ち式工具を使用して行うナットの再締付け中の、図 2 および図 3 と同じテンショニング装置を示す図である。

【 図 5 】 配置された手持ち式工具を含む油圧操作されるねじ山付きボルトテンショニング装置の第 2 の実施形態を示す斜視図である。

【 図 6 】 手持ち式工具なしで同じねじ山付きボルトテンショニング装置を示す図である。

【 図 7 】 図 5 に示した装置を分解して示す斜視図である。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示したねじ接続部 1 は、幅広のボルトヘッド 2 A とシャンクとねじ山付き部分とから成るねじ山付きボルト 2 と、ねじ山付き部分上にねじ込まれるナット 3 とを備える。この場合、ねじ接続部 1 は、2つの機械部品 5, 6 に互いに張力をかけている。ねじ山付きボルト 2 とナット 3 に付加的に、別の構造的エレメントも、ねじ接続部 1 の構成部分であってよく、例えば、ナット 3 から離れて、張力をかけられるべき機械部品 6 の側に、別のナットがあってもよい。付加的にはワッシャも、ねじ接続部 1 の構成部品であってよい。

20

【 0 0 4 8 】

識別子 7 は、ねじ山付きボルト 2 上に永続的に配置されている。図 1 では、識別子は例として、ねじ山付きボルト 2 の前面 8 および / またはねじ山付きボルト端部に配置されたバーコード 7 により示されている。バーコード 7 は最初に、センサによりスキャンされる。この場合、実際の締付けまたは再締付けの前に、バーコード 7 が検出される。したがって、スキャンにより得られた情報は、ねじ接続部 1 の正確な形式の識別の基礎を成し、したがって、テンショニングプロセスのための重要なねじ接続部データを決定するための前提条件を成す。

30

【 0 0 4 9 】

センサおよび / またはスキャナは、例えば、設定可能なトルク解放値を備えたトルクレンチとして構成された手持ち式工具 10 (図 2) 上に配置されてもよい。以下で説明するように、この手持ち式工具 10 は、いずれにせよ、本方法の範囲内で必要とされる。選択的に、センサおよび / またはスキャナは、例えばタブレットコンピュータであるモバイルコンピュータユニットの一部、スマートフォンの一部、または関連するモバイルコンピュータユニットの一部であってもよい。例えば、センサはカメラであってもよい。識別子 7 のスキャン専用の別個のスキャンモジュールを使用することもできる。テンショニング装置 11 内にまたはテンショニング装置 11 の上に直接センサおよび / またはスキャナが配置されていてもよく、これについてはより詳しく後述する。この場合、テンショニング装置 11 が、張力をかけられるべきボルト 2 上に配置されると、バーコード 7 は、同時にスキャンされる。

40

【 0 0 5 0 】

テンショニング装置 11 によって、ねじ接続部 1 は、ねじ山付きボルト 2 のねじ山付き自由端部 15 に加えられる軸方向の張力のみによって伸長される。この伸長プロセスのために、プロセス制御ユニット 23 によって、例えば、データベースに格納された対応する値を有するデータシートを呼び出すことにより、ねじ接続部 1 の識別された各形式のため

50

に、実際の方法パラメータを使用者に提案することができる。使用者は、このように提案されたパラメータを確認または拒否することができる。

【 0 0 5 1 】

しかしながら、テンショニング装置 1 1 の油圧ポンプ 2 2 の圧力設定が、プロセス制御ユニット 2 3 によって自動的に実施され、続いて、テンショニング装置の自動的な作動が行われる、自動化された方法が好適である。

【 0 0 5 2 】

油圧操作されるテンショニング装置を単に軸方向で操作することにより、ねじ接続部は締め付けられるかつ/または再締め付けされる。このことは図 2 ~ 図 4 に示されている。

【 0 0 5 3 】

テンショニング装置 1 1 が作動されると、ねじ接続部 1 のねじ山付きボルト 2 は、ナット 3 を越えて突出するねじ山付きボルト 2 のねじ山付き端部に加えられる軸方向の張力により、そのシャンクおよびねじ山付き部分で伸長する。この場合に適用される締め付け力および/または油圧システムによって適用される締め付け圧は好適には、それが使用者によって手動で設定された締め付け力であるか、またはプロセス制御ユニット 2 3 によって自動的に設定され、データベース内の値から導き出された締め付け力および/または締め付け圧であるかに関わらず、ドキュメンテーションモジュール 2 4 内に自動的に格納される。

【 0 0 5 4 】

テンショニング装置 1 1 が特定の時間作動される時、予め規定された予張力がねじ山付きボルト 2 にボルト長手方向で加えられている間、ねじ接続部 1 のナット 3 は締め付けられてよい、かつ/または再締め付けされてよい。これは、解放機能およびラチェット機構を備えたトルクレンチとして構成されている手持ち式工具 1 0 によって実施される。ナット 3 を回すときに実際に適用される締め付けトルクは、好適にはプロセス制御ユニット 2 3 の構成要素であるドキュメンテーションモジュール 2 4 内に格納される。

【 0 0 5 5 】

テンショニング装置 1 1 の中央に長手方向可動に配置された交換可能なブシュ 1 2 には、その下方端部に雌ねじ山 1 3 が設けられている。テンショニングプロセスが始まる前に、交換可能なブシュ 1 2 の雌ねじ山 1 3 は、ナット 3 を越えて突出しているねじ山付きボルト 2 のねじ山付き端部部分 1 5 にねじ込まれる。このねじ込みプロセスは好適には、手持ち式工具 1 0 を使用して実施される。実際のテンショニングプロセスの間、このようにねじ山付きボルト 2 にねじ込まれた交換可能なブシュ 1 2 は、油圧により軸方向の張力下に置かれ、これによりねじ山付きボルト 2 は、長手方向で延長される。この場合、値 F の張力および/または長手方向の力が、ねじ山付きボルト内に存在する。

【 0 0 5 6 】

ボルト 2 の一時的な伸長により、ナット 3 の下面が基板 5 A から解放されるので、比較的小さい回転抵抗で、ナット 3 は回転することができ、基板 5 A に再び隙間なく支持されるまで、再締め付けすることができ、かつ/または回すことができる。これは、トルクレンチ 1 0 における対応する設定によって予め決定されたトルクおよび/または締め付けモーメントによって実施される。

【 0 0 5 7 】

ナット 3 の周りに配置され、このナットを積極的に連行する回転スリーブ 1 6 は、回転駆動装置 1 7 によって駆動される。回転駆動装置 1 7 は、テンショニング装置 1 1 自体の構成要素であるか、または図示したように、テンショニング装置 1 1 のシリンダハウジング 1 8 に外側から配置されたモジュール 3 0 内に位置している。

【 0 0 5 8 】

油圧テンショニング機構は、耐圧シリンダハウジング 1 8 によって収容されている。シリンダハウジング 1 8 の下方への剛性的な突出部は、ナット 3 を取り囲む支持管 1 9 を形成する。支持管 1 9 は、シリンダハウジング 1 8 と一体であってよく、または選択的にはシリンダハウジング 1 8 とは別個の構成要素であってよく、例えばシリンダハウジング上に配置することができる。支持管 1 9 は、その下面で開放されていて、例えば機械部品 5

10

20

30

40

50

の上面である堅固な基板 5 A 上に支持されており、この基板 5 A は、テンショニングプロセス中に支持台を成す。本明細書で説明する方法では、支持台 5 A は、ナット 3 の下面が支持される機械部品 5 である。

【 0 0 5 9 】

回転駆動装置 1 7 を形成するモジュールの構成要素は、支持管 1 9 における開口を介して回転スリーブ 1 6 に作用する歯車装置である。回転駆動装置 1 7 および / またはその歯車装置は、したがって、回転スリーブ 1 6 と共に、ナット 3 を回すための装置を成す。

【 0 0 6 0 】

回転に必要なトルクは、回転駆動装置 1 7 に配置され、ラチェットレンチとして構成されてよい手持ち式工具 1 0 を前後に動かすことによって加えられ、この動きは、設定されたトルクに到達し、トルクリミッタが解放されるか、またはトルク信号が発せられるまで行われる。勿論、テンショニング装置 1 1 が作動しているならば、ナット 3 は適切に単に回転されてよい。

10

【 0 0 6 1 】

シリンダハウジング 1 8 の側面に油圧接続部 2 0 が配置されており、この油圧接続部を介してテンショニング装置 1 1 の油圧作動室 2 1 が、油圧ポンプ 2 2 の形態の外部の油圧供給源に、バルブ制御されて接続されている。外部の油圧供給源は油圧ポンプ 2 2 と共に、例えばトロリー上に配置されてよい。

【 0 0 6 2 】

ピストン 2 5 は、油圧シリンダ内に、長手方向で移動可能に配置されており、前記ピストンは、シリンダの内壁に向かってシールされている。シリンダの油圧作動室 2 1 内に油圧を供給することにより、ピストン 2 5 は上昇する。これは、例えばピストン 2 5 に上方から作用する強力ばねの力に抗して行われる。この強力ばねは、ピストン戻しばねとして機能し、油圧作動室 2 1 が最低レベルにあるピストンの基準位置にピストン 2 5 を維持するための力を直接ピストン 2 5 に加える。

20

【 0 0 6 3 】

ピストン 2 5 は、交換可能なブシュ 1 2 を環状に取り囲む。ピストンにはその内縁に、基板から離れて、連行面を形成する周方向段部 2 7 が設けられている。この段部に向かって、交換可能なブシュ 1 2 が、半径方向に広げられた部分 2 8 で支持される。このようにして、交換可能なブシュ 1 2 を、ピストン 2 5 によって軸方向で連行することができる。

30

【 0 0 6 4 】

交換可能なブシュ 1 2 には、そのボルト側の端部に、ねじ山付きボルト 2 にねじ込むための雌ねじ山 1 3 が設けられている。交換可能なブシュ 1 2 の上端部にはソケット 3 0 が設けられており、このソケットには、テンショニングプロセスの準備中に、交換可能なブシュ 1 2 を回転させると同時に、交換可能なブシュ 1 2 をねじ山付きボルト 2 にねじ込むために、手持ち式工具 1 0 の多角形構造体を配置することができる。

【 0 0 6 5 】

図 3 によれば、油圧ポンプ 2 2 が圧力 P の油圧流体を作動室 2 1 内に圧送すると、ピストン 2 5 は上昇し、連行面 2 7 上に支持された交換可能なブシュ 1 2 を軸方向で連行する。この結果、ねじ山付きボルト 2 は伸長されて、ナット 3 の下面と基板 5 A との間に空間および / または隙間 L が形成される。

40

【 0 0 6 6 】

油圧ポンプ 2 2 によって供給される圧力 P は、プロセス制御ユニット 2 3 によって自動的に設定され、すなわち、スキャンにより識別されたねじ接続部 1 の形式に基づき、およびこのモデルのために予め規定された圧力値または力の値に基づき設定される。選択的に、この値は、使用者によって手動で設定することができる。

【 0 0 6 7 】

ナット 3 の再締付け、すなわち回転は、テンショニング装置 1 1 の外部にモジュール 3 0 の形態で配置された回転駆動装置 1 7 で、予め規定された解放値に設定されたトルクレンチ 1 0 を使用して行われる。このトルクレンチは、モジュール 3 0 および / または回転

50

駆動装置 17 の多角形駆動機構 29 に配置される。

【0068】

回転駆動装置 17 の歯車エレメントの少なくとも 1 つまたは選択的にトルクレンチ 10 には、回転角度センサが設けられている。これにより、トルクレンチ 10 の解放までナット 3 を締め付ける過程で動いた合計の回転角度が検出される。検出される回転角度は、ナット 3 自体の回転角度であってよく、または回転駆動装置の回転歯車エレメントの 1 つが動いた、またはトルクレンチ 10 が動いた別の特徴的な回転角度であってよい。

【0069】

このように検出された角度値は、さらに評価する目的でまずは格納され、そのために回転角度センサは、信号技術によってプロセス制御ユニット 23 に接続されており、これにより、検出された回転角度値は、さらなる処理および評価のためにプロセス制御ユニット 23 において利用可能である。

10

【0070】

このような評価の間、残留伸長と、したがってねじ山付きボルト 2 の延長とが、ねじ山付きボルト 2 とナット 3 の公知のねじ山ピッチに関連して、ナット 3 の回転中に動いた回転角度値から計算される。延長のこのような値は、ドキュメンテーションモジュール 24 内に格納されてよく、したがって恒久的に記録される。

【0071】

ねじ山付きボルト 2 の延長に対応して、予め規定された回転角度が動かされ、次いでナット 3 が隙間なく基板 5A に支持されるまで、予め規定されたトルクにより回転されると、ねじ山付きボルト 2 が正しい力で締め付けられ、ねじ山付きボルト 2 に存在する長手方向の力の値 F が特定の最適値を有して、かつ / または対応する値の範囲にあることが保証される。したがって、長手方向に変形したねじ山付きボルト 2 内に、ねじ接続部の締め付けまたは再締め付け後に存在する長手方向の力 F は、ボルト 2 における引張ひずみを表す。それは、テンショニングプロセス中にねじ山付きボルト 2 が受ける延長に依存する。

20

【0072】

第 1 の計算ステップでは、伸長に関連するねじ山付きボルト 2 の延長が計算され、すなわち、

- ナット 3 の回転中に動く回転角度、
- およびねじ接続部 1 のねじ山ジオメトリ、

から計算される。

30

【0073】

この場合、動いた回転角度は、必ずしもナット 3 自体の回転角度でなくてもよく、ナット 3 の回転角度に連動する異なる回転角度であってもよい。例えば、回転駆動装置 17 の歯車エレメントが、回転角度センサによって検出されてもよく、または回転角度センサは、テンショニング装置 11 のシリンダハウジングに構造的に組み込まれるか、またはトルクレンチ 10 に構造的に組み込まれる。

【0074】

計算パラメータとして第 1 の計算ステップで使用されるねじ接続部のねじ山ジオメトリは、ねじ山付きボルト 2 およびナット 3 のねじ山のねじ山ピッチである。したがって、回転角度とねじ山ピッチとの 2 つのジオメトリ値から、長手方向の寸法を直接計算することができ、したがってこの場合、ねじ山付きボルト 2 の軸方向のテンショニング、すなわち延長により得られたねじ山付きボルト 2 の伸長に関連する値を計算することができる。

40

【0075】

第 2 の計算ステップでは、ねじ山付きボルト 2 に張力方向で作用する長手方向の力 F が計算され、すなわち、

- 第 1 の計算ステップで決定されたねじ山付きボルト 2 の延長、
- ねじ山付きボルト 2 のボルト直径、
- およびボルト長さ、

から計算される。

50

【 0 0 7 6 】

長手方向の力 F は、例えば以下のように計算されてよい。 E はボルト材料の弾性率、 A はボルト横断面の値、 L は特徴的なボルト長さ、 d L はボルト延長である。

$$F = d L / L \times (E \times A)$$

【 0 0 7 7 】

ねじ山付きボルト 2 における長手方向の力 F の計算のために使用されるボルト長さは、半径方向で広がっているボルトヘッド 2 A を含むねじ山付きボルト 2 の絶対長ではない。その代わりにこの計算のために使用されるボルト長さは、関連するねじ山付きボルトが著しく変形した分の長さである。ねじ山付きボルト 2 のねじ山付き部分の一部と、存在しているのであればねじ山付きボルトのねじ山のないシャンク部分とが、この点に関連する特徴的なボルト長さを成す。この場合、第 2 の計算ステップで使用される特徴的なボルト長さは、ねじ山付き部分の長さ、および付加的に、ボルトヘッド 2 A と、同じく実質的に堅固に保持されるナット 3 との間に延在するシャンク部分の長さである。テンショニングプロセス中、明らかな延長は、この長手方向部分でのみ生じる。

10

【 0 0 7 8 】

ねじ山付きボルト 2 における長手方向の力 F の正確な値を計算できるかどうかは、ナット 3 を再締付けするときの精度に依存する。したがって、主として接触面の非平坦性に基き、ナットの再締付けの際に、沈降プロセスが生じる場合がある。このような理由から、マルチステップアプローチがとられる。準備ステップでは、沈降プロセスに起因する不正確な測定を可能な限り排除するために、テンショニング装置 1 1 は最初に、例えば 5 0 $b a r$ の比較的低い油圧でのみ作動される。この準備圧力に達すると、方法ステップ a) で、ナット 3 は、ナット 3 が、実質的に隙間なく基板 5 A に支持され、沈降プロセスが排除されるように予め規定された締付けモーメントで、回転駆動装置 1 7 によって締め付けられる。

20

【 0 0 7 9 】

このような準備ステップによって、ナットと基板との実質的に隙間のない接触が保証された後でのみ、ステップ b) で、テンショニング装置 1 1 を作動させることにより、したがって、ねじ接続部 1 を伸長することにより、テンショニングプロセスが行われる。この場合、テンショニング装置 1 1 には、例えば 1 5 0 0 $b a r$ の極めて高いシステム圧が設定される。加えられた軸方向の張力を維持することにより、ステップ c) で、ナット 3 のさらなる再締付けおよび / または回転が、このさらなる再締付けの間に動く回転角度の、回転角度センサによる検出と共に、実施される。

30

【 0 0 8 0 】

ステップ c) によるナット 3 のさらなる再締付けは、ステップ a) によるナットのもとの再締付けの準備ステップにおける以前と同じ締付けモーメントで実施される。

【 0 0 8 1 】

図 4 によると、ナット 3 の再締付けの際に実際に使用されるトルクは、測定技術によりトルクセンサによって検出される。この場合、トルクセンサは、トルクレンチ 1 0 に組み込まれている。対応するトルク値は、トルクレンチ 1 0 から信号技術により信号経路 3 1 を介してプロセス制御ユニット 2 3 に送信され、ドキュメンテーションモジュール 2 4 に格納もされる。回転角度値は、信号経路 3 2 を介して送信される。

40

【 0 0 8 2 】

ナット 3 の締付けおよび / または回転の際に検出されるデータおよび測定値の、プロセス制御ユニット 2 3 への送信は、信号経路 3 1 , 3 2 を介して行われ、好適には無線で動作する送信ユニットおよび受信ユニットを介して行われる。動いた回転角度、実際に適用されたトルク、およびねじ山付きボルト 2 における計算された長手方向の力 F は、ねじ接続部 1 の個々の識別子と共に、プロセス制御ユニット 2 3 のドキュメンテーションモジュール 2 4 内に格納される。これらの値は、ドキュメンテーションモジュール 2 4 内に、例えばデータ表またはパラメータファイル内に、格納されてよい。記録されたデータは、例えば後から、証拠のために呼び出す、またはエクスポートすることができる。

50

【 0 0 8 3 】

第 2 の実施形態は、図 5 ~ 図 7 に示されている。この場合、同じ参照符号は、第 1 の実施形態でも記載した構成要素に対応する構成要素を示す。

【 0 0 8 4 】

第 1 の実施形態とは異なり、モジュール 3 0 は、テンショニング装置 1 1 上に配置されている。モジュールには、回転装置の回転駆動装置 1 7 だけではなく、ナットを締め付けるときに、およびさらに締め付けるときに使用されるトルクを検出するトルクセンサも組み込まれている。モジュール 3 0 には、信号接続部 3 3 が設けられており、この信号接続部を介して、回転角度値に加えて、トルク値も、プロセス制御ユニット 2 3 に送信される。

【 0 0 8 5 】

したがって、第 2 の実施形態では、全体として、1 つの信号経路 3 4 しか必要ではなく、この信号経路により、回転駆動装置 1 7 で検出された回転角度と検出されたトルクとの両方が、プロセス制御ユニット 2 3 に送信される。これは、信号ケーブルによって、または一方ではモジュール 3 0 における、他方ではプロセス制御ユニット 2 3 の部分における、対応する送信ユニットおよび受信ユニットによって無線で、実施することができる。

【 0 0 8 6 】

第 2 の実施形態でも、動いた回転角度、実際に適用されたトルク、およびねじ山付きボルト 2 における計算された長手方向の力 F が、ねじ接続部 1 の個々の識別子と共に、プロセス制御ユニット 2 3 のドキュメンテーションモジュール 2 4 内に格納される。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

- 1 ねじ接続部
- 2 ねじ山付きボルト
- 2 A ボルトヘッド
- 3 ナット
- 5 機械部品
- 5 A 基板
- 6 機械部品
- 7 識別子、バーコード
- 8 前面
- 1 0 手持ち式工具、トルクレンチ
- 1 1 テンショニング装置
- 1 2 交換可能なブシュ
- 1 3 雌ねじ山
- 1 5 ねじ山付き端部
- 1 6 回転スリーブ
- 1 7 回転駆動装置、回転装置
- 1 8 シリンダハウジング
- 1 9 支持管
- 2 0 油圧接続部
- 2 1 作動室
- 2 2 油圧ポンプ
- 2 3 プロセス制御ユニット
- 2 4 ドキュメンテーションモジュール
- 2 5 ピストン
- 2 7 段部
- 2 8 半径方向に広げられた部分
- 2 9 多角形駆動機構
- 3 0 モジュール
- 3 1 信号経路

10

20

30

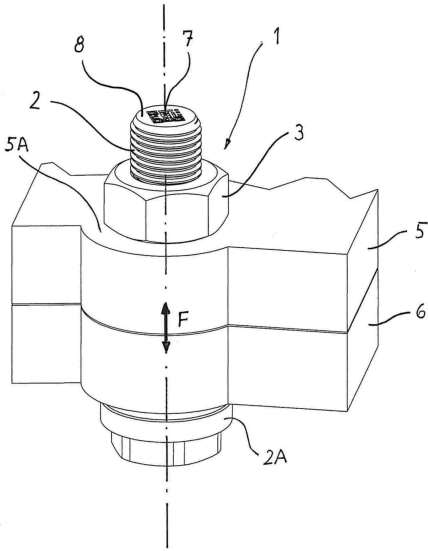
40

50

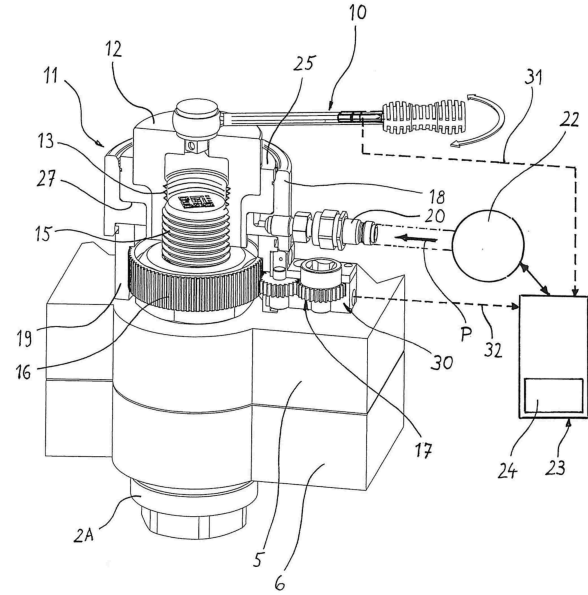
- 3 2 信号経路
- 3 3 信号接続部
- 3 4 信号経路
- F 長手方向の力
- L 長さ、隙間
- P 圧力

【図面】

【図 1】



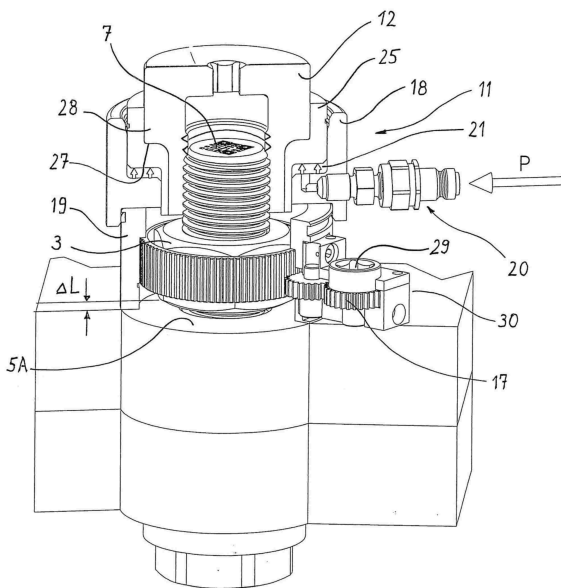
【図 2】



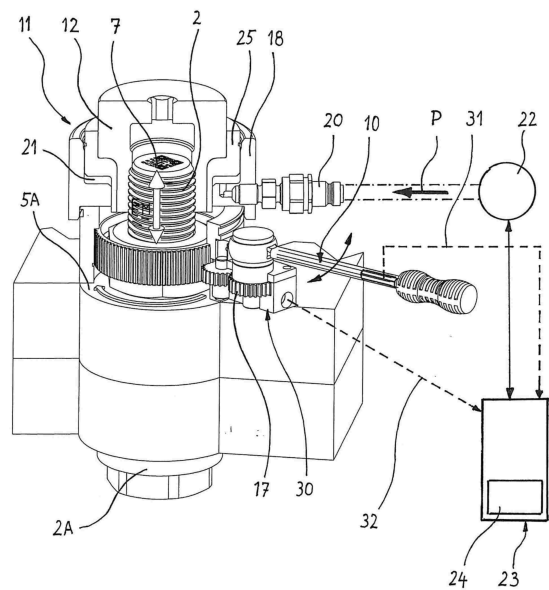
10

20

【図 3】



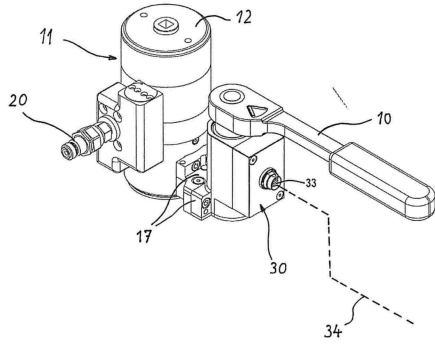
【図 4】



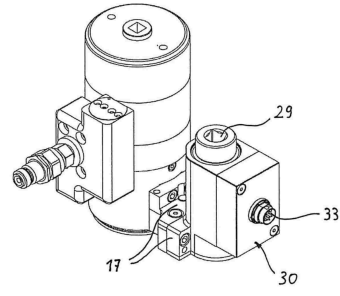
30

40

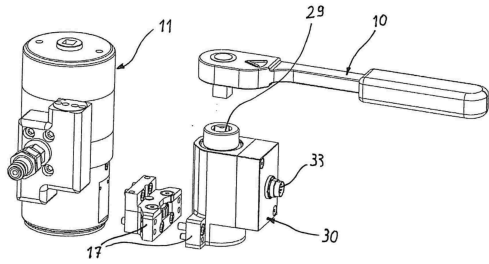
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- e 25, D - 59581 Warstein, Germany
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 100098501
弁理士 森田 拓
- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 ヨルク ホーマン
ドイツ国, 59872 メシェーデ, ウーラントシュトラッセ 6a
- (72)発明者 フランク ホーマン
ドイツ国, 59581 ヴァルシュタイン, ヨーゼフ・メンケ・シュトラッセ 25
- 審査官 荻野 豪治
- (56)参考文献 米国特許第7062998 (US, B2)
特開2014-018960 (JP, A)
特表2010-517794 (JP, A)
特開平10-118954 (JP, A)
特開2016-175179 (JP, A)
米国特許第7036407 (US, B2)
米国特許出願公開第2021/178534 (US, A1)
米国特許出願公開第2004/261583 (US, A1)
米国特許出願公開第2011/271798 (US, A1)
独国実用新案第202013010307 (DE, U1)
米国特許出願公開第2014/139406 (US, A1)
特開2014-8601 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B25B 23/00 - 23/18
B25B 25/00 - 33/00
B23P 19/06