

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7681403号
(P7681403)

(45)発行日 令和7年5月22日(2025.5.22)

(24)登録日 令和7年5月14日(2025.5.14)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 F 5/00 (2006.01)

B 2 5 F 5/00 Z

B 2 1 J 15/10 (2006.01)

B 2 1 J 15/10 Z

請求項の数 8 (全21頁)

(21)出願番号	特願2021-5484(P2021-5484)	(73)特許権者	000137292
(22)出願日	令和3年1月18日(2021.1.18)		株式会社マキタ
(65)公開番号	特開2022-110220(P2022-110220 A)	(74)代理人	愛知県安城市住吉町 3 丁目 1 1 番 8 号
(43)公開日	令和4年7月29日(2022.7.29)		110003052
審査請求日	令和5年10月25日(2023.10.25)		弁理士法人勇智国際特許事務所
		(72)発明者	生田 洋規
			愛知県安城市住吉町 3 丁目 1 1 番 8 号
			株式会社マキタ内
		(72)発明者	直井 陽介
			愛知県安城市住吉町 3 丁目 1 1 番 8 号
			株式会社マキタ内
		審査官	山内 康明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動工具

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動工具であって、
正方向および逆方向の二方向に回転可能なモータシャフトを有するモータと、
前記モータシャフトに動作可能に連結されたギヤ減速機であって、前記モータシャフトの回転方向の変更に応じて減速比が変更されるように構成されたギヤ減速機と、
ワンウェイクラッチと、
前記ワンウェイクラッチに動作可能に連結されたロック機構とを備え、
前記ギヤ減速機は、1 段または複数段の遊星ギヤ機構を含み、前記 1 段または複数段の遊星ギヤ機構の有効段数の変更によって、前記減速比を変更可能に構成されており、
前記 1 段または複数段の遊星ギヤ機構の各段は、太陽ギヤと、インターナルギヤと、キャリヤと、複数の遊星ギヤとを含み、
前記電動工具は、前記モータシャフトの回転方向に応じて、前記ワンウェイクラッチと前記ロック機構とが異なる動作を行うように構成されており、
前記モータシャフトの回転方向は、使用者による設定またはセンサーにより決定され、
前記ワンウェイクラッチは、前記モータシャフトから前記 1 段または複数段の遊星ギヤ機構の特定の段の太陽ギヤに至る伝達経路上に設けられており、前記モータシャフトが前記正方向および前記逆方向のうち一方である第 1 方向に回転する第 1 の場合には、前記ワンウェイクラッチに対する前記特定の段の前記太陽ギヤの相対的な回転を許容し、且つ、前記モータシャフトが前記正方向および前記逆方向のうち他方である第 2 方向に回転する

10

20

第 2 の場合には、前記特定の段の前記太陽ギヤと一体的に回転するように構成されており、
前記ロック機構は、前記第 1 の場合において前記ワンウェイクラッチが前記特定の段の前記太陽ギヤの相対的な回転を許容する場合には、前記特定の段のインターナルギヤを回転不能にロックすることで前記特定の段を有効に機能させ、且つ、前記第 2 の場合において前記ワンウェイクラッチが前記特定の段の前記太陽ギヤと一体的に回転する場合には、前記特定の段の前記インターナルギヤを前記特定の段の前記太陽ギヤと一体的に回転させることで、前記特定の段の機能を無効化するように構成されていることを特徴とする電動工具。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動工具であって、

10

前記ギヤ減速機は、複数段の遊星ギヤ機構を備え、

前記特定の段は、2 段目、またはそれよりも後段であることを特徴とする電動工具。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電動工具であって、

前記ギヤ減速機に動作可能に連結され、前記モータの駆動に伴って移動するように構成された可動部材を更に備え、

前記電動工具は、前記可動部材が所定方向に移動する往動行程と、前記可動部材が前記所定方向と逆方向に移動する復動行程とを 1 サイクルとして動作するように構成されており、

前記モータシャフトの前記回転方向は、前記往動行程と前記復動行程との間で変更されることを特徴とする電動工具。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電動工具であって、

前記電動工具は、ファスナを介して作業材を締結するように構成された締結工具であることを特徴とする電動工具。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電動工具であって、

前記可動部材は、前記ファスナの一部を把持するように構成され、

前記可動部材は、前記往動行程では、初期位置から、前記作業材に対して前記ファスナを引っ張りつつ前記所定方向に移動し、且つ、前記復動行程では、前記ファスナを引っ張ることなく、前記所定方向とは逆方向に前記初期位置へ戻るように構成されており、

30

前記往動行程における減速比は、前記復動行程における減速比よりも大きいことを特徴とする電動工具。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電動工具であって、

伝達経路上で前記ギヤ減速機と前記可動部材との間に配置され、前記ギヤ減速機の出力シャフトの回転運動を、前記可動部材の直線運動に変換するように構成されたネジ送り機構を更に備えたことを特徴とする電動工具。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 つに記載の電動工具であって、

40

前記モータシャフトの前記回転方向が前記正方向および前記逆方向のうち一方であるときの減速比は、前記モータシャフトの前記回転方向が前記正方向および前記逆方向のうち他方であるときの減速比の 2 . 5 倍以上であることを特徴とする電動工具。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 の何れか 1 つに記載の電動工具であって、

前記電動工具の動作を制御するように構成された制御装置を更に備え、

前記制御装置は、使用者による操作部の操作に応じて、前記モータの前記回転方向を変更するように構成されていることを特徴とする電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本開示は、電動工具に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

正方向および逆方向の二方向に回転可能なモータを備え、モータが正方向に回転する場合と、モータが逆方向に回転する場合とで、異なる動作を行うことが可能な電動工具が知られている。例えば、特許文献 1 に開示されている締結工具は、モータが正方向に回転する場合、ネジシャフトを後方へ移動させてファスナを加締め、モータが逆方向に回転する場合、ネジシャフトを初期位置まで前方へ戻すように構成されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】特開 2 0 1 8 1 0 3 2 5 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

上述の締結工具のような、モータの回転方向に応じて異なる動作を行う電動工具では、各動作に応じて、求められる回転速度や出力トルクが異なる場合がある。

【 0 0 0 5 】

本開示は、モータの回転方向に応じて異なる動作を行う電動工具に関する改良を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本開示の一態様によれば、モータと、ギヤ減速機とを備えた電動工具が提供される。モータは、正方向および逆方向の二方向に回転可能なモータシャフトを有する。ギヤ減速機は、モータシャフトに動作可能に連結されている。また、ギヤ減速機は、モータシャフトの回転方向の変更に応じて減速比が変更されるように構成されている。

【 0 0 0 7 】

本態様によれば、モータシャフトの回転方向が正方向の場合と逆方向の場合とで、ギヤ減速機の減速比、ひいては、ギヤ減速機の出力シャフトの回転速度（出力速度）およびギヤ減速機から出力されるトルク（出力トルク）を変更可能である。よって、モータの回転速度を制御することなく、モータの回転方向を変更するだけで、求められる速度およびトルクが異なる 2 つの動作を行うことが可能な電動工具を実現することができる。

【 0 0 0 8 】

本開示の一態様において、ギヤ減速機は、少なくとも 1 段の遊星ギヤ機構を備えてもよい。少なくとも 1 段の遊星ギヤ機構は、各々が、太陽ギヤと、インターナルギヤと、キャリアと、複数の遊星ギヤとを含む。ギヤ減速機は、少なくとも 1 段の遊星ギヤ機構の有効段数の変更によって、減速比を変更可能に構成されていてもよい。本態様によれば、遊星ギヤ機構を利用することで、スーパーギヤ等を組み合わせたギヤ減速機に比べ、小型で大きな減速比を得ることができる。また、遊星ギヤ機構の有効段数の変更を通じて、減速比の変更を合理的に実現することができる。

【 0 0 0 9 】

本開示の一態様において、電動工具は、ワンウェイクラッチと、ワンウェイクラッチに動作可能に連結されたロック機構とを更に備えてもよい。ワンウェイクラッチは、モータシャフトから太陽ギヤに至る伝達経路上に設けられていてもよい。ワンウェイクラッチは、モータシャフトが第 1 方向に回転する場合には、ワンウェイクラッチに対する太陽ギヤの相対的な回転を許容し、且つ、モータシャフトが第 2 方向に回転する場合には、太陽ギヤと一体的に回転するように構成されていてもよい。なお、第 1 方向は、正方向および逆方向のうち一方であり、第 2 方向は、正方向および逆方向のうち他方である。ロック機構は、ワンウェイクラッチが太陽ギヤの相対的な回転を許容する場合には、インターナルギ

10

20

30

40

50

ヤを回転不能にロックし、且つ、ワンウェイクラッチが太陽ギヤと一体的に回転する場合には、インターナルギヤを太陽ギヤと一体的に回転させるように構成されていてもよい。

【 0 0 1 0 】

本態様によれば、ワンウェイクラッチおよびロック機構が協働して、モータシャフトが第 1 方向に回転する場合には遊星ギヤ機構を有効に機能させる一方、モータシャフトが第 2 方向に回転する場合には遊星ギヤ機構の機能を無効化することができる。特に、ワンウェイクラッチは、回転方向に応じて自動的に異なる動作を行うクラッチであるため、モータシャフトの回転方向の変更を、ロック機構の動作の変更に効率的につなげることができる。このような合理的構成によって、本態様の電動工具は、モータシャフトが第 1 方向に回転する場合には、比較的小さい速度および / または比較的大きなトルクが求められる動作を行う一方、モータシャフトが第 2 方向に回転する場合には、比較的大きい速度および / または比較的小さいトルクが求められる動作を行うことができる。

10

【 0 0 1 1 】

本開示の一態様において、ギヤ減速機は、複数段（複数組）の遊星ギヤ機構を備えてもよい。ロック機構は、複数段の遊星ギヤ機構のうち、2 段目、またはそれよりも後段の遊星ギヤ機構のインターナルギヤに作用するように構成されていてもよい。本態様によれば、少なくとも 1 段目の遊星ギヤ機構によって減速された後、2 段目、またはそれよりも後段の遊星ギヤ機構において、ロック機構がインターナルギヤに作用するため、ロック機構への負荷を低減し、耐久性を向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

20

本開示の一態様において、ギヤ減速機に動作可能に連結され、モータの駆動に伴って移動するように構成された可動部材を更に備えてもよい。電動工具は、可動部材が所定方向に移動する往動行程と、可動部材が所定方向と逆方向に移動する復動行程とを 1 サイクルとして動作するように構成されていてもよい。そして、モータシャフトの回転方向は、往動行程と復動行程との間で変更されてもよい。本態様によれば、往動行程と復動行程とにおいて、モータの回転方向を変更するだけで、夫々に求められる速度とトルクを発揮可能な電動工具を実現することができる。

【 0 0 1 3 】

本開示の一態様において、電動工具は、ファスナを介して作業材を締結するように構成された締結工具であってもよい。締結工具は、締結作業において、往動行程と復動行程とで異なる動作を行う電動工具の典型的な一例である。本態様によれば、締結作業を効率的に行うことができる締結工具を実現することができる。

30

【 0 0 1 4 】

本開示の一態様において、可動部材は、ファスナの一部を把持するように構成されていてもよい。また、可動部材は、往動行程では、初期位置から、作業材に対してファスナを引っ張りつつ所定方向に移動し、且つ、復動行程では、ファスナを引っ張ることなく、所定方向とは逆方向に初期位置へ戻るように構成されていてもよい。そして、往動行程における減速比は、復動行程における減速比よりも大きくてもよい。本態様によれば、可動部材がファスナを引っ張る往動行程では比較的大きなトルクを発揮し、可動部材がファスナを引っ張ることなく初期位置へ戻る復動行程では比較的高速で効率的に初期位置へ戻すことが可能な締結工具を実現することができる。

40

【 0 0 1 5 】

本開示の一態様において、電動工具は、伝達経路上でギヤ減速機と可動部材との間に配置され、ギヤ減速機の出力シャフトの回転運動を、可動部材の直線運動に変換するように構成されたネジ送り機構を更に備えてもよい。本態様によれば、ネジ送り機構を利用することで、比較的大きなトルクを効率的に直線運動に変換することができる。

【 0 0 1 6 】

本開示の一態様において、モータシャフトの回転方向が正方向および逆方向のうち一方であるときの減速比は、モータシャフトの回転方向が正方向および逆方向のうち他方であるときの減速比の 2 . 5 倍以上であってもよい。本態様によれば、モータの回転方向を変

50

更することで、速度およびトルクが比較的大きく異なる２つの動作を行うことが可能な電動工具を実現することができる。

【００１７】

本開示の一態様において、電動工具の動作を制御するように構成された制御装置を更に備えてもよい。制御装置は、所定のイベントを認識した場合に、モータの回転方向を変更するように構成されていてもよい。本態様によれば、所定のイベントを認識した制御装置が自動的にモータの回転方向を切り替えるため、減速比の変更を適切且つ効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】締結工具の断面図である。

【図２】減速機の断面図である。

【図３】第１段のキャリア、第２段の太陽ギヤおよびインターナルギヤ、並びに減速比変更機構の分解斜視図である。

【図４】図２のⅠⅤ－ⅠⅤ線における断面図であって、モータが正転駆動されたときのロック機構の動作の説明図である。

【図５】図４のⅤ－Ⅴ線における断面図である。

【図６】図４のⅤⅠ－ⅤⅠ線における断面図である。

【図７】図３に対応する断面図であって、モータが逆転駆動されたときのロック機構の動作の説明図である

【発明を実施するための形態】

【００１９】

以下、図面を参照して、実施形態について説明する。本実施形態の締結工具１は、ファスナ８を使用して作業材を締結するように構成されている。なお、ファスナ８は、ピン８１とカラー８５とで構成された周知のファスナ（詳細には、複数部材加締め式のファスナ（multi-piece swage type fastener））である。

【００２０】

まず、締結工具１の概略構成について説明する。

【００２１】

図１に示すように、締結工具１の外郭は、主に、本体ハウジング１１と、ノーズ１３と、ハンドル１５と、バッテリーハウジング１７とによって形成されている。本体ハウジング（工具本体ともいう）１１は、全体としては矩形箱状に形成され、所定の駆動軸Ａ１に沿って延在する。本体ハウジング１１は、モータ２および駆動機構３を収容する。ノーズ１３は、本体ハウジング１１の長軸方向における一端部から、駆動軸Ａ１に沿って突出している。ハンドル１５は、本体ハウジング１１の長軸方向における中央部から、駆動軸Ａ１に交差する方向（詳細には、概ね直交する方向）に突出している。ハンドル１５には、使用者によって引き操作（押圧操作）されるトリガ１５１が設けられている。バッテリーハウジング１７は、ハンドル１５の突出端に接続している。バッテリーハウジング１７には、充電式のバッテリー１８２を着脱可能である。

【００２２】

使用者が、ファスナ８をノーズ１３の先端部に係合させ、トリガ１５１を引き操作すると、モータ２が駆動され、ピン８１がカラー８５および作業材Ｗに対して軸方向に引っ張られ、ファスナ８によって作業材Ｗが締結される。

【００２３】

以下では、締結工具１の方向に関して、説明の便宜上、駆動軸Ａ１（または本体ハウジング１１の長軸）の延在方向を締結工具１の前後方向と規定する。前後方向において、ノーズ１３が配置されている側を前側と規定し、反対側を後側と定義する。また、駆動軸Ａ１に直交し、ハンドル１５の長軸の延在方向に対応する方向を上下方向と規定する。上下方向において、ハンドル１５の突出端側（バッテリーハウジング１７側）を下側と規定し、ハンドル１５の基端部側（本体ハウジング１１側）を上側と定義する。また、前後方向お

10

20

30

40

50

よび上下方向に直交する方向を左右方向と定義する。

【 0 0 2 4 】

以下、締結工具 1 の詳細構成について説明する。

【 0 0 2 5 】

まず、本体ハウジング 1 1 の内部構造について説明する。図 1 に示すように、本体ハウジング 1 1 には、主に、モータ 2 と、モータ 2 によって駆動される駆動機構 3 が収容されている。

【 0 0 2 6 】

モータ 2 は、本体ハウジング 1 1 の後端部の下部に収容されている。本実施形態では、モータ 2 として、ブラシレス直流 (D C) モータが採用されている。モータ 2 は、ステータ 2 1 と、ロータ 2 2 と、ロータと一体的に回転するモータシャフト 2 3 とを含む。モータ 2 は、モータシャフト 2 3 の回転軸 A 2 が駆動軸 A 1 の下方 (詳細には、真下) で駆動軸 A 1 と平行に (つまり、前後方向に) 延在するように配置されている。モータシャフト 2 3 の前端部は、減速機 4 のギヤケース 4 0 内に突出している。また、本実施形態では、ロータ 2 2 およびモータシャフト 2 3 は、正方向および逆方向の二方向に回転可能である。なお、本実施形態では、正方向は、後述するネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 を後方へ移動させる方向に対応する。逆方向は、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 を前方へ移動させる方向に対応する。以下では、モータ 2 が正方向に回転するように駆動することを正転駆動ともいい、モータ 2 が逆方向に回転するように駆動することを逆転駆動ともいう。

【 0 0 2 7 】

以下、駆動機構 3 について説明する。駆動機構 3 は、モータ 2 の動力によって、後述するピン把持部 6 3 を、駆動軸 A 1 に沿ってアンビル 6 1 に対して前後方向に移動させるように構成されている。本実施形態では、駆動機構 3 は、減速機 4 と、第 1 中間シャフト 3 1 に設けられたナット駆動ギヤ 3 1 1 と、第 2 中間シャフト 3 3 に設けられたアイドルギヤ 3 3 1 と、ボールネジ機構 5 とを含む。以下、これらの構成について、順に説明する。

【 0 0 2 8 】

減速機 4 は、本体ハウジング 1 1 内で、モータ 2 の前側に、モータ 2 と同軸状に配置されている。減速機 4 は、遊星ギヤ機構を用いた減速機であって、減速比に応じてモータシャフト 2 3 の回転を減速し、且つ、トルクを増大させて、第 1 中間シャフト 3 1 に出力するように構成されている。本実施形態では、減速機 4 は、多段式の遊星減速機である。より詳細には、減速機 4 は、図 2 に示すように、ギヤケース 4 0 と、ギヤケース 4 0 に収容された 3 段 (3 組) の遊星ギヤ機構 4 1、4 2、4 3 とを含む。ギヤケース 4 0 は、本体ハウジング 1 1 によって回転不能に支持されている。

【 0 0 2 9 】

1 段目 (入力側) の遊星ギヤ機構 4 1 は、太陽ギヤ 4 1 1 と、インターナルギヤ (リングギヤともいう) 4 1 2 と、キャリア 4 1 5 と、複数の遊星ギヤ 4 1 8 とを含む。

【 0 0 3 0 】

太陽ギヤ 4 1 1 は、モータシャフト 2 3 の前端部に固定されている。つまり、本実施形態では、モータシャフト 2 3 は、減速機 4 に対する入力シャフトとして機能する。インターナルギヤ 4 1 2 は、ギヤケース 4 0 内で固定状に保持されている。つまり、インターナルギヤ 4 1 2 は、ギヤケース 4 0 に対して、前後方向に実質的に移動不能、且つ、回転軸 A 2 周りに実質的に回転不能である。遊星ギヤ 4 1 8 は、キャリア 4 1 5 に支持され、太陽ギヤ 4 1 1 およびインターナルギヤ 4 1 2 に噛合している。キャリア 4 1 5 は、回転軸 A 2 に沿って前方へ延びるシャフト 4 1 6 を有する。キャリア 4 1 5 (シャフト 4 1 6) は、モータ 2 が駆動されると、モータシャフト 2 3 と同一方向に回転する。

【 0 0 3 1 】

2 段目の遊星ギヤ機構 4 2 は、太陽ギヤ 4 2 1 と、インターナルギヤ (リングギヤともいう) 4 2 2 と、キャリア 4 2 5 と、複数の遊星ギヤ 4 2 8 とを含む。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

太陽ギヤ 4 2 1 は、1 段目のキャリア 4 1 5 のシャフト 4 1 6 の前端部に固定されている。よって、太陽ギヤ 4 2 1 は、モータ 2 が駆動されると、キャリア 4 1 5 と一体的に、モータシャフト 2 3 と同一方向に回転する。インターナルギヤ 4 2 2 は、ギヤケース 4 0 内に嵌め込まれている。インターナルギヤ 4 2 2 の後端には、後方に突出する 4 つの突起 4 2 3 が設けられている。突起 4 2 3 は、インターナルギヤ 4 2 2 の周方向に略等間隔で配置されている。インターナルギヤ 4 2 2 は、ギヤケース 4 0 に対して、前後方向には実質的に移動不能であるが、回転軸 A 2 周りには選択的に回転可能である。なお、インターナルギヤ 4 2 2 の回転の可否は、モータ 2 の回転方向に応じて、減速比変更機構 7 によって切り替えられる。減速比変更機構 7 については、後で詳述する。遊星ギヤ 4 2 8 は、キャリア 4 2 5 に支持され、太陽ギヤ 4 2 1 およびインターナルギヤ 4 2 2 に噛合している。キャリア 4 2 5 は、回転軸 A 2 に沿って前方へ延びるシャフト 4 2 6 を有する。

10

【 0 0 3 3 】

3 段目（最終段、出力側）の遊星ギヤ機構 4 3 は、太陽ギヤ 4 3 1 と、インターナルギヤ（リングギヤともいう）4 3 2 と、キャリア 4 3 5 と、複数の遊星ギヤ 4 3 8 とを含む。

【 0 0 3 4 】

太陽ギヤ 4 3 1 は、2 段目のキャリア 4 2 5 のシャフト 4 2 6 の前端部に固定されている。インターナルギヤ 4 3 2 は、1 段目のインターナルギヤ 4 1 2 と同様、ギヤケース 4 0 内で固定状に保持されている。遊星ギヤ 4 3 8 は、キャリア 4 3 5 に支持され、太陽ギヤ 4 3 1 およびインターナルギヤ 4 3 2 に噛合している。キャリア 4 3 5 は、回転軸 A 2 に沿って前方へ延びるシャフト 4 3 6 を有する。3 段目（最終段）のシャフト 4 3 6 は、減速機 4 の最終出力シャフトとして機能する。

20

【 0 0 3 5 】

図 1 に示すように、第 1 中間シャフト 3 1 は、本体ハウジング 1 1 内で、モータシャフト 2 3 および減速機 4 と同軸状に、減速機 4 から前方に延びる。第 1 中間シャフト 3 1 は、減速機 4 の 3 段目のキャリア 4 3 5 のシャフト 4 3 6（図 2 参照）に、連結されている。第 1 中間シャフト 3 1 は、本体ハウジング 1 1 に支持された 2 つのベアリングによって、回転軸 A 2 周りに回転可能に支持されており、キャリア 4 3 5 と一体的に回転する。ナット駆動ギヤ 3 1 1 は、第 1 中間シャフト 3 1 の外周部に、第 1 中間シャフト 3 1 と一体的に設けられている。

【 0 0 3 6 】

第 2 中間シャフト 3 3 は、第 1 中間シャフト 3 1 の上側（詳細には、真上）で、第 1 中間シャフト 3 1 と平行に延在する。アイドルギヤ 3 3 1 は、ベアリングを介して第 2 中間シャフト 3 3 に支持されており、第 2 中間シャフト 3 3 の軸周りに回転可能である。アイドルギヤ 3 3 1 は、ナット駆動ギヤ 3 1 1 および後述するナット 5 1 の被動ギヤ 5 1 1 に噛合しているが、両者の回転数の比には影響を与えない。

30

【 0 0 3 7 】

ボールネジ機構 5 は、ナット 5 1 と、ネジシャフト 5 6 とを主体として構成された周知の機構である。本実施形態では、ボールネジ機構 5 は、ナット 5 1 の回転運動をネジシャフト 5 6 の直線運動に変換して、後述のピン把持部 6 3 を直線状に移動するように構成されている。なお、ボールネジ機構 5 は、ネジ送り機構の一例であって、比較的大きなトルクを効率的に直線運動に変換することができる。

40

【 0 0 3 8 】

ナット 5 1 は、本体ハウジング 1 1 に対して、前後方向に実質的に移動不能、且つ、駆動軸 A 1 周りに回転可能な状態で支持されている。ナット 5 1 は、円筒状に形成されており、外周部に一体的に設けられた被動ギヤ 5 1 1 を有する。ナット 5 1 は、被動ギヤ 5 1 1 の前側および後側で、本体ハウジング 1 1 に支持された一对のラジアルベアリングによって支持されている。なお、ナット駆動ギヤ 3 1 1 と被動ギヤ 5 1 1 は、減速ギヤ機構として構成されている。

【 0 0 3 9 】

ネジシャフト 5 6 は、本体ハウジング 1 1 に対して、駆動軸 A 1 周りに実質的に回転不

50

能、且つ、駆動軸 A 1 に沿って前後方向に移動可能な状態でナット 5 1 に係合している。より詳細には、ネジシャフト 5 6 は、長尺体として構成され、駆動軸 A 1 に沿って延在するように、ナット 5 1 に挿通されている。詳細な図示は省略するが、ナット 5 1 の内周面およびネジシャフト 5 6 の外周面には、夫々、螺旋溝が形成されている。これらの螺旋溝によって規定される軌道内には、多数のボールが転動可能に配置されている。ネジシャフト 5 6 は、これらのボールを介してナット 5 1 に係合している。また、詳細な図示は省略するが、ネジシャフト 5 6 の後端部には、ネジシャフト 5 6 から左方および右方に延びる一対のアームが設けられている。各アームは、ローラを回転可能に支持している。ローラは、本体ハウジング 1 1 に固定されたローラガイドのガイド溝に係合している。ローラは、上下方向の移動が規制された状態で、ガイド溝に沿って前後方向に転動可能である。

10

【 0 0 4 0 】

このような構成により、ナット 5 1 が駆動軸 A 1 周りに回転されると、ネジシャフト 5 6 は、ナット 5 1 および本体ハウジング 1 1 に対して前後方向に直線状に移動する。

【 0 0 4 1 】

ネジシャフト 5 6 の後端部には、延設シャフト 5 6 1 が同軸状に連結固定され、ネジシャフト 5 6 に一体化されている。以下、一体化されたネジシャフト 5 6 と延設シャフト 5 6 1 を総称して、駆動シャフト 5 6 0 ともいう。駆動シャフト 5 6 0 は、駆動軸 A 1 に沿って駆動シャフト 5 6 0 を貫通する貫通孔を有する。本体ハウジング 1 1 の後端部には、回収容器 1 1 5 が取り外し可能に取り付けられている。回収容器 1 1 5 は、ファスナ 8 から分離されたピン 8 1 の軸部の一部（以下、ピンテールという）を収容するための容器である。ファスナ 8 から分離されたピンテールは、駆動シャフト 5 6 0 の貫通孔を通して回収容器 1 1 5 に到達し、回収容器 1 1 5 に収容される。

20

【 0 0 4 2 】

以下、ノーズ 1 3 について説明する。図 1 に示すように、ノーズ 1 3 は、アンビル 6 1 と、ピン把持部 6 3 とを主体として構成されている。アンビル 6 1 は、ファスナ 8 のカラー 8 5 に当接（係合）可能に構成されている。アンビル 6 1 は、連結部材 6 2 を介して本体ハウジング 1 1 に連結されている。ピン把持部 6 3 は、ファスナ 8 のピン 8 1 を把持可能に構成されている。ピン把持部 6 3 は、アンビル 6 1 に対して駆動軸 A 1 に沿って前後方向に相対移動可能に保持されている。なお、アンビル 6 1 およびピン把持部 6 3 の構成は公知であるため、以下に簡単に説明する。

30

【 0 0 4 3 】

アンビル 6 1 は、全体としては円筒体であって、駆動軸 A 1 に沿って延在するボアを有する。ピン把持部 6 3 は、アンビル 6 1 と同軸状にボア内に保持されており、ボア内を摺動可能である。ボアの先端部は、他の部分よりも小径に構成されており、カラー 8 5 に当接（係合）可能である。詳細な図示は省略するが、ピン把持部 6 3 は、ピン 8 1 の軸部を把持可能な複数の爪（ジョーとも称される）を有する。ピン把持部 6 3 は、アンビル 6 1 に対して初期位置から後方へ移動するのに伴って、爪による把持力が増大するように構成されている。ピン把持部 6 3 の後端部は、連結部材 6 4 を介してネジシャフト 5 6 の前端部に連結されている。なお、連結部材 6 4 は、駆動軸 A 1 に沿って連結部材 6 4 を貫通し、駆動シャフト 5 6 0 の貫通孔に連通する貫通孔を有する。

40

【 0 0 4 4 】

以下、ハンドル 1 5 について説明する。図 1 に示すように、ハンドル 1 5 は、長尺の筒状に形成されており、本体ハウジング 1 1 の前後方向の下中央部から連続して下方に延びている。ハンドル 1 5 は、使用者によって把持される部分であって、その上端部には、使用者による引き操作が可能なトリガ 1 5 1 が設けられている。ハンドル 1 5 の内部には、スイッチ 1 5 2 が収容されている。スイッチ 1 5 2 は、常時にはオフ状態で維持され、トリガ 1 5 1 の引き操作に応じてオン状態とされる。スイッチ 1 5 2 は、図示しない電線によって、コントローラ 1 7 0 に電氣的に接続されており、オン状態とされると、オン信号をコントローラ 1 7 0 に出力する。

【 0 0 4 5 】

50

以下、バッテリーハウジング１７について説明する。図１に示すように、バッテリーハウジング１７は、前後方向に長い逆Ｕ字状の中空体として構成されている。バッテリーハウジング１７には、コントローラ１７０が収容されている。コントローラ１７０は、締結工具１の制御を司る制御回路１７１を含む。本実施形態では、制御回路１７１は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等を含むマイクロコンピュータで構成されている。詳細な図示は省略するが、制御回路１７１は、モータ２の駆動回路等とともに、ケースに収容された基板に搭載されている。

【００４６】

バッテリーハウジング１７の下端部には、２つのバッテリー装着部１８１が設けられている。各バッテリー装着部１８１は、バッテリー１８２を着脱可能に構成されている。つまり、本実施形態では、締結工具１には、２つのバッテリー１８２を装着することができる。バッテリー１８２は、締結工具１の各部およびモータ２へ電力を供給するための、繰り返し充電が可能な電源であって、バッテリーパックとも称される。なお、バッテリー装着部１８１およびバッテリー１８２の構成は周知であるため、これらの説明は省略する。

10

【００４７】

以下、減速比変更機構７について説明する。減速比変更機構７は、上述のように、モータ２の回転方向に応じて、減速機４の２段目の遊星ギヤ機構４２のインターナルギヤ４２２の回転を選択的に許容または禁止するように構成されている。インターナルギヤ４２２の回転の可否が変更されると、減速機４の有効段数（有効に機能する遊星ギヤ機構の数）、ひいては減速機４の減速比が変更される。

20

【００４８】

図２および図３に示すように、減速比変更機構７は、ワンウェイクラッチ７０と、ロック機構７１を含む。

【００４９】

ワンウェイクラッチ７０は、一方向にだけ回転を伝達し、逆方向には空転する機構を有するクラッチである。本実施形態では、ワンウェイクラッチ７０は、汎用のワンウェイクラッチであって、円筒状のスリーブ内に、バネで付勢された多数のローラが支持された周知の構成を有する。ワンウェイクラッチ７０は、１段目のキャリヤ４１５のシャフト４１６の外周に嵌め込まれている。モータシャフト２３およびシャフト４１６が正方向に回転する場合には、ワンウェイクラッチ７０は、シャフト４１６に対して空転する（つまり、キャリヤ４１５と共に回転せず、回転を伝達しない）。一方、モータシャフト２３およびシャフト４１６が逆方向に回転する場合には、ワンウェイクラッチ７０は、シャフト４１６と一体的に回転する（つまり、シャフト４１６にロックされてシャフト４１６と一体的に回転し、回転の伝達が可能となる）。

30

【００５０】

ロック機構７１は、ワンウェイクラッチ７０が１段目のキャリヤ４１５（シャフト４１６）に対して空転する場合と、一体的に回転する場合とで、２段目のインターナルギヤ４２２の回転の可否を切り替えるように構成されている。

【００５１】

以下、ロック機構７１の詳細構成について説明する。図２～図６に示すように、ロック機構７１は、リテーナ７２と、２つのローラ７３と、ロックスリーブ７４と、ロックカム７５を含む。

40

【００５２】

リテーナ７２は、ローラ７３を、リテーナ７２に対して回転軸Ａ２周りの周方向に移動可能に保持する部材である。リテーナ７２は、円筒部７２１と、ベース部７２３と、４つの突起７２５を含む。円筒部７２１は、回転軸Ａ２に沿って前後方向に延在し、リテーナ７２の中央部を形成する。ベース部７２３は、円筒部７２１の後端部から径方向外側に突出する円環状の部分である。突起７２５は、ベース部７２３の外縁部に、略等間隔で配置された円弧状の壁部であって、ベース部７２３の外縁部から前方に突出している。径方向において、円筒部７２１と突起７２５との間には、空間が形成されている。突起７２５

50

の前端は、円筒部 7 2 1 の前端よりも後方に位置する（つまり、突起 7 2 5 は、円筒部 7 2 1 よりも前後方向に短い）。

【 0 0 5 3 】

リテーナ 7 2 の円筒部 7 2 1 は、圧入によって、ワンウェイクラッチ 7 0 のスリーブの外周に固定されている。つまり、リテーナ 7 2 は、回転に関して、ワンウェイクラッチ 7 0 と一体化されている。よって、リテーナ 7 2 は、1 段目のキャリア 4 1 5 に対して選択的に回転可能である。詳細には、モータシャフト 2 3 およびシャフト 4 1 6 が正方向に回転する場合には、リテーナ 7 2 は、ワンウェイクラッチ 7 0 と一体的に、シャフト 4 1 6 に対して空転する（つまり、シャフト 4 1 6 と共に回転しない）。一方、モータシャフト 2 3 およびシャフト 4 1 6 が逆方向に回転する場合には、リテーナ 7 2 は、ワンウェイクラッチ 7 0 と共に、シャフト 4 1 6 と一体的に回転する。

10

【 0 0 5 4 】

ローラ 7 3 は、円柱状の部材（ピン）である。各ローラ 7 3 の径は略均一であって、リテーナ 7 2 の隣接する 2 つの突起 7 2 5 の間の間隔よりも小さく、且つ、突起 7 2 5 の径方向の厚みよりも大きい。また、ローラ 7 3 の長さは、リテーナ 7 2 のベース部 7 2 3 の前面からの突起 7 2 5 の突出長さと同程度である。2 つのローラ 7 3 は、リテーナ 7 2 の突起 7 2 5 の間に形成される 4 つの空間のうち、対角上にある 2 つに配置され、前後方向に延在する。

【 0 0 5 5 】

ロックスリーブ 7 4 は、略円筒状の部材である。ロックスリーブ 7 4 は、1 段目のインターナルギヤ 4 1 2 の前側で、ギヤケース 4 0 内に、減速機 4 と同軸状に嵌め込まれている。なお、ロックスリーブ 7 4 の外周面には、径方向外側に突出し、ロックスリーブ 7 4 の前端から後端まで延びる複数の突起 7 4 1 が設けられている。これらの突起 7 4 1 は、ギヤケース 4 0 の内周面に形成され、前後方向に延在する複数の溝 4 0 1（図 4 参照）に夫々係合している。これにより、ロックスリーブ 7 4 は、ギヤケース 4 0 に対して回転不能に保持されている。

20

【 0 0 5 6 】

また、ロックスリーブ 7 4 は、リテーナ 7 2 の周囲（径方向外側）に配置されている。ロックスリーブ 7 4 の前端は、突起 7 2 5 およびローラ 7 3 の前端よりも前方に位置し、ロックスリーブ 7 4 の後端は、リテーナ 7 2 の後端よりも後方に位置する。よって、リテーナ 7 2 の突起 7 2 5 およびローラ 7 3 の全体が、ロックスリーブ 7 4 の内部に配置される。ロックスリーブ 7 4 の内径は、リテーナ 7 2 のベース部 7 2 3 の外径と概ね同じか僅かに大きく設定されている。リテーナ 7 2 は、ロックスリーブ 7 4 に対して選択的に回転可能である。

30

【 0 0 5 7 】

ロックカム 7 5 は、リテーナ 7 2 に動作可能に連結されており、リテーナ 7 2 によって選択的に回転される。また、ロックカム 7 5 は、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 と連結されており、インターナルギヤ 4 2 2 と一体的に、ギヤケース 4 0 に対して回転軸 A 2 周りに回転可能である。ロックカム 7 5 は、全体としては、回転軸 A 2 に沿って延在する断面円形の貫通孔を有する筒状部材として形成されており、ベース部 7 5 1 と、フランジ部 7 5 3 と、カム部 7 5 5 とを含む。

40

【 0 0 5 8 】

ベース部 7 5 1 は、円板状の部分であって、ロックカム 7 5 の前半部分を形成する。フランジ部 7 5 3 は、ベース部 7 5 1 の外周面から径方向外側に突出する部分である。フランジ部 7 5 3 の外径は、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 の外径と同程度に設定されている。フランジ部 7 5 3 には、4 つの凹部 7 5 4（図 3 参照）が設けられている。各凹部 7 5 4 は、フランジ部 7 5 3 の外縁から径方向内側に凹んでいる。凹部 7 5 4 は、フランジ部 7 5 3 の周方向に略等間隔で配置されている。凹部 7 5 4 は、インターナルギヤ 4 2 2 の突起 4 2 3 に整合する形状を有し、常に突起 4 2 3 と係合している。ロックカム 7 5 は、凹部 7 5 4 と突起 4 2 3 との係合によって、回転に関して、インターナルギヤ 4 2 2 と

50

一体化されている。

【 0 0 5 9 】

カム部 7 5 5 は、ベース部 7 5 1 の後面から後方に突出する部分であって、ロックカム 7 5 の後半部分を形成する。カム部 7 5 5 は、2 つの突起 7 5 6 と、2 つの平坦部 7 5 7 とを有する。突起 7 5 6 は、回転軸 A 2 を挟んで対角上に設けられ、カム部 7 5 5 の外周面から径方向外側に突出している。2 つの平坦部 7 5 7 は、カム部 7 5 5 の周方向において、夫々、2 つの突起 7 5 6 の略中間位置に配置されている。カム部 7 5 5 の外周面のうち、突起 7 5 6 と平坦部 7 5 7 の間の部分は、円筒の外周面に相当する湾曲面である。平坦部 7 5 7 は、カム部 7 5 5 の外周面の一部であって、回転軸 A 2 を挟んで対角上に設けられ、互いに平行、且つ、回転軸 A 2 と平行に延びている。

10

【 0 0 6 0 】

平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面との間の径方向の距離は、平坦部 7 5 7 の中央で最大であり、ローラ 7 3 の径よりも僅かに大きく設定されている。平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面との間の径方向の距離は、平坦部 7 5 7 の端部に向かうにつれて小さくなる。平坦部 7 5 7 の端とロックスリーブ 7 4 の内周面との間の径方向の距離は、ローラ 7 3 の径よりも小さく設定されている。

【 0 0 6 1 】

以上の構成を有するロックカム 7 5 は、リテーナ 7 2 の円筒部 7 2 1 の外周に前方から嵌め込まれている。ロックカム 7 5 の2 つの突起 7 5 6 は、周方向において、リテーナ 7 2 の突起 7 2 5 の間に形成された4 つの空間のうち2 つ（詳細には、ローラ 7 3 が配置されていない2 つの空間）に配置されている。また、カム部 7 5 5 のうち、突起 7 5 6 以外の部分は、径方向において、リテーナ 7 2 の円筒部 7 2 1 と突起 7 2 5 との間に形成された空間に配置されている。ローラ 7 3 は、径方向において、ロックカム 7 5 のカム部 7 5 5 の平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面の間に配置されている。また、ローラ 7 3 は、前後方向において、ロックカム 7 5 のベース部 7 5 1 の後面と、リテーナ 7 2 のベース部 7 2 3 の前面の間に配置されている。

20

【 0 0 6 2 】

以下、減速比変更機構 7（ワンウェイクラッチ 7 0 およびロック機構 7 1）の動作について説明する。

【 0 0 6 3 】

まず、モータ 2 が正転駆動される場合の動作について説明する。

30

【 0 0 6 4 】

モータシャフト 2 3 が正方向に回転すると、1 段目のキャリア 4 1 5（シャフト 4 1 6）および2 段目の太陽ギヤ 4 2 1 も正方向に回転する。このとき、ワンウェイクラッチ 7 0 は、上述のように、シャフト 4 1 6 に対して空転し、リテーナ 7 2 に回転を伝達しない。よって、リテーナ 7 2 が能動的に回転することはない。

【 0 0 6 5 】

2 段目の太陽ギヤ 4 2 1 は、2 段目の遊星ギヤ 4 2 8 を回転させる。2 段目の遊星ギヤ 4 2 8 は、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 と噛合しているため、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 をギヤケース 4 0 に対して逆方向に回転させる。このとき、ロックカム 7 5 も逆方向（図 4 の矢印方向）に回転するのに応じて、ローラ 7 3 は、平坦部 7 5 7 の端部へ向かう方向に相対的に移動する。

40

【 0 0 6 6 】

図 4 に示すように、ロックカム 7 5 の突起 7 5 6 がリテーナ 7 2 の突起 7 2 5 に当接する前に、ローラ 7 3 は、平坦部 7 5 7 の中央よりも端部に近い位置で、平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面との間に楔状に挟み込まれる。以下、このときのロックスリーブ 7 4 およびロックカム 7 5 に対するローラ 7 3 の位置を、ロック位置ともいう。これにより、ロックカム 7 5 は、ローラ 7 3 を介してロックスリーブ 7 4 にロックされ、ギヤケース 4 0 に対する回転が禁止される。ロックカム 7 5 がロックされると、インターナルギヤ 4 2 2 もギヤケース 4 0 に対して回転不能となるため、これ以降、遊星ギヤ 4 2 8 は自

50

転しながら太陽ギヤ 4 2 1 の周りを公転し、キャリア 4 2 5 は正方向に回転する。

【 0 0 6 7 】

以上に説明したように、モータシャフト 2 3 が正方向に回転し、1 段目のキャリア 4 1 5 および第 2 段の太陽ギヤ 4 2 1 が、ワンウェイクラッチ 7 0 に対して回転する場合、ロック機構 7 1 は、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 を回転不能にロックする。これにより、ロック機構 7 1 は、2 段目の遊星ギヤ機構 4 2 を有効に機能させる。よって、モータシャフト 2 3 が正方向に回転する場合、減速機 4 の有効段数は 3 である。

【 0 0 6 8 】

モータ 2 が逆転駆動される場合の動作について説明する。

【 0 0 6 9 】

モータシャフト 2 3 が逆方向に回転すると、1 段目のキャリア 4 1 5 (シャフト 4 1 6) および 2 段目の太陽ギヤ 4 2 1 も逆方向に回転する。このとき、ワンウェイクラッチ 7 0 は、上述のように、シャフト 4 1 6 にロックされて、リテーナ 7 2 にシャフト 4 1 6 の回転を伝達するため、リテーナ 7 2 も逆方向 (図 7 の矢印方向) に回転する。

【 0 0 7 0 】

図 7 に示すように、リテーナ 7 2 の突起 7 2 5 のうち 2 つがロックカム 7 5 の突起 7 5 6 に夫々当接して逆方向に押圧する。これと同時に、残りの 2 つの突起 7 2 5 が、ローラ 7 3 に当接して逆方向に押圧し、平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面とによるローラ 7 3 の挟持が解除される位置 (本実施形態では、平坦部 7 5 7 の略中央に対応する位置) まで移動させる。以下、このときのロックスリーブ 7 4 およびロックカム 7 5 に対するローラ 7 3 の位置を、アンロック位置ともいう。ローラ 7 3 は、アンロック位置において、平坦部 7 5 7 とロックスリーブ 7 4 の内周面との間に遊嵌状に配置されるため、ロックカム 7 5 は、ロックスリーブ 7 4 に対して回転可能である。よって、リテーナ 7 2 の回転がロックカム 7 5 に伝達され、ロックカム 7 5 は、リテーナ 7 2 と一体的に逆方向に回転する。この結果、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 は、1 段目のキャリア 4 1 5 および 2 段目の太陽ギヤ 4 2 1 と一体的に、逆方向に回転する。

【 0 0 7 1 】

一方、2 段目の太陽ギヤ 4 2 1 は、2 段目の遊星ギヤ 4 2 8 を回転させようとするが、太陽ギヤ 4 2 1 とインターナルギヤ 4 2 2 とが一体的に回転しているため、遊星ギヤ 4 2 8 は回転 (自転) することができない。この結果、2 段目のキャリア 4 2 5 は、太陽ギヤ 4 2 1 およびインターナルギヤ 4 2 2 と一体的に、逆方向に回転する。キャリア 4 2 5 の回転速度は、太陽ギヤ 4 2 1 (1 段目のキャリア 4 1 5) と同一である。

【 0 0 7 2 】

以上に説明したように、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転し、ワンウェイクラッチ 7 0 が 1 段目のキャリア 4 1 5 および第 2 段の太陽ギヤ 4 2 1 と一体的に回転する場合、ロック機構 7 1 は、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 を、太陽ギヤ 4 2 1 と同一速度で同一方向に回転させる。これにより、ロック機構 7 1 は、2 段目の遊星ギヤ機構 4 2 の機能 (減速機能およびトルク増大機能) を無効化する。よって、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転する場合、減速機 4 の有効段数は 2 である。

【 0 0 7 3 】

以上に説明したように、減速機 4 の有効段数は、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するときの方が、モータシャフト 2 3 が正方向に回転するときよりも少ない。よって、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するときの減速機 4 の減速比は、モータシャフト 2 3 が正方向に回転するときの減速機 4 の減速比よりも小さい。つまり、3 段目のキャリア 4 3 5 のシャフト 4 3 6 (減速機 4 の最終出力シャフト) の回転速度 (減速機 4 の出力速度) は、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するときの方が、正方向に回転するときよりも大きい。また、減速機 4 から出力されるトルク (減速機 4 の出力トルク) は、モータシャフト 2 3 が正方向に回転するときの方が、逆方向に回転するときよりも大きくなる。なお、本実施形態では、減速機 4 は、モータシャフト 2 3 が正方向に回転するときの減速比が、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するときの減速比の 2 . 5 倍以上となるように構成され

10

20

30

40

50

ている。

【 0 0 7 4 】

以下、ファスナ 8 を用いて作業材 W を締結する作業（以下、締結作業という）を行うときの締結工具 1 の動作について説明する。締結作業の遂行時には、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 が、初期位置から後方に移動する往動行程と、初期位置まで前方に移動する復動行程とからなる 1 サイクルの動作を行う。

【 0 0 7 5 】

図 1 に示すように、トリガ 1 5 1 が引き操作されない初期状態では、ネジシャフト 5 6（つまり、駆動シャフト 5 6 0）およびピン把持部 6 3 は、初期位置（最前方位置）に配置されている。使用者は、ファスナ 8 を作業材 W に対して仮留めし、ピン 8 1 の軸部をピン把持部 6 3 の先端部（爪）に緩く把持させる。使用者がトリガ 1 5 1 を引き操作し、スイッチ 1 5 2 がオン状態となると、コントローラ 1 7 0 の制御回路 1 7 1 は、スイッチ 1 5 2 からのオン信号に応じて、モータ 2 の正転駆動を開始する。これにより、往動行程が開始される。

【 0 0 7 6 】

上述のように、モータシャフト 2 3 が正方向に回転を開始するのに応じて、減速比変更機構 7 によって、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 がロックされる。減速機 4 の有効段数は 3 となる。よって、減速機 4 のシャフト 4 3 6 は、比較的低速で回転し、比較的大きなトルクを出力する。ナット駆動ギヤ 3 1 1、アイドルギヤ 3 3 1、被動ギヤ 5 1 1 を経て、更に増大されたトルクがナット 5 1 に伝達される。ナット 5 1 の回転に伴って、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 は、本体ハウジング 1 1 およびナット 5 1 に対して後方へ移動する。ピン 8 1 の軸部は、ピン把持部 6 3 によって強固に把持されて、カラー 8 5 および作業材 W に対して後方へ引っ張られる。

【 0 0 7 7 】

カラー 8 5 が変形してピン 8 1 の軸部に加締められ、作業材 W がピン 8 1 のヘッドとカラー 8 5 に挟持された後、ピン 8 1 の軸部の一部が引きちぎられて分離され、作業材 W の締結が終了する。制御回路 1 7 1 は、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 が予め定められた停止位置に到達するのに応じて、あるいは、使用者がトリガ 1 5 1 の押圧を解除し、スイッチ 1 5 2 がオフ状態となるのに応じて、モータ 2 の正転駆動を停止する。これをもって、往動行程が終了する。なお、詳細な説明および図示は省略するが、制御回路 1 7 1 は、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 が停止位置に到達したか否かを、例えば、位置検出器（例えば、ホールセンサ、光学式センサ、接触式スイッチ等）の検出結果に基づいて判断することができる。

【 0 0 7 8 】

また、制御回路 1 7 1 は、使用者がトリガ 1 5 1 の押圧を解除し、スイッチ 1 5 2 がオフ状態となるのに応じて、モータ 2 の逆転駆動を開始する。これにより、復動行程が開始される。

【 0 0 7 9 】

上述のように、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するのに応じて、減速比変更機構 7 によって、2 段目のインターナルギヤ 4 2 2 が太陽ギヤ 4 2 1 と一体的に回転され、減速機 4 の有効段数が 2 に変更される。よって、減速機 4 のシャフト 4 3 6 は、往動行程よりも高速で回転し、往動行程よりも小さなトルクを出力する。ナット駆動ギヤ 3 1 1、アイドルギヤ 3 3 1、被動ギヤ 5 1 1 を介してナット 5 1 にトルクが伝達される。ナット 5 1 は、往動行程とは逆方向に回転する。これにより、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 は、本体ハウジング 1 1 およびナット 5 1 に対して前方へ移動する。制御回路 1 7 1 は、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 が初期位置に到達するのに応じて、モータ 2 の逆転駆動を停止する。これをもって、復動行程が終了する。なお、制御回路 1 7 1 は、ネジシャフト 5 6 およびピン把持部 6 3 が初期位置に到達したか否かを、停止位置と同様、例えば、位置検出器の検出結果に基づいて判断することができる。

【 0 0 8 0 】

以上に説明したように、本実施形態の締結工具 1 のモータ 2（モータシャフト 2 3）は、正方向および逆方向の二方向に回転可能である。また、減速機 4 は、モータシャフト 2 3 の回転方向の変更に応じて減速比が変更されるように構成されている。よって、モータシャフト 2 3 の回転方向が正方向の場合と逆方向の場合とで、減速機 4 の出力速度および出力トルク、ひいては、ピン把持部 6 3 の移動速度およびピン 8 1 の引張り力が変更される。このため、締結工具 1 は、モータシャフト 2 3 の回転方向に応じて、ピン把持部 6 3 の移動速度およびピン 8 1 の引張り力が異なる 2 つの動作を行うことができる。

【0081】

また、減速比変更機構 7 によって減速比が変更されるため、制御回路 1 7 1 は、モータ 2 の回転速度を制御する必要がない。よって、モータ 2 を常に高効率で駆動することが可能となる。特に、本実施形態では、制御回路 1 7 1 は、特定のイベント（詳細には、トリガ 1 5 1 の押圧状態の変化（つまり、スイッチ 1 5 2 のオン・オフの切替）を認識すると、モータ 2 の駆動態様（モータシャフト 2 3 の回転方向）を自動的に変更する。よって、モータシャフト 2 3 の回転方向の変更に応じた減速比の変更を、適切且つ効率的に行うことができる。

10

【0082】

締結工具 1 は、締結作業において、往動行程と復動行程とで異なる動作を行う電動工具の典型的な一例である。往動行程では、ピン把持部 6 3 は、ピン 8 1 を引っ張りつつ初期位置から後方に移動する一方、復動行程では、ピン把持部 6 3 は、ピン 8 1 を引っ張ることなく初期位置まで前方に移動する。そして、往動行程における減速比は、復動行程における減速比よりも大きい。よって、締結工具 1 は、ピン 8 1 を引っ張るために比較的強い力が必要な往動行程では、比較的大きなトルクを発揮し、特に大きな力が必要とされない復動行程では、比較的高速で効率的にピン把持部 6 3 を初期位置へ復帰させることができる（つまり、締結作業を効率的に行うことができる）。

20

【0083】

特に、本実施形態では、モータシャフト 2 3 が正方向に回転するときの減速比が、モータシャフト 2 3 が逆方向に回転するときの減速比の 2 . 5 倍以上であるため、往動行程と復動行程とで、ピン把持部 6 3 の移動速度およびピン 8 1 の引張り力を比較的大きく異ならせることができる。

【0084】

30

また、本実施形態では、減速機 4 は、3 段（3 組）の遊星ギヤ機構 4 1、4 2、4 3 を含む遊星減速機である。遊星減速機は、スパーギヤ等を組み合わせたギヤ減速機に比べ、小型で大きな減速比を得ることができる。本実施形態では、減速機 4 は、多段式の遊星減速機であるため、特に大きな減速比を得ることができる。また、減速機 4 は、遊星ギヤ機構 4 1、4 2、4 3 のうち有効に機能する数（有効段数）の変更を通じて、減速比の変更を合理的に実現することができる。

【0085】

本実施形態では、ワンウェイクラッチ 7 0 およびロック機構 7 1 が協働して、モータ 2 が正転駆動される場合には、第 2 段の遊星ギヤ機構 4 2 を有効に機能させる一方、モータ 2 が逆転駆動される場合には、遊星ギヤ機構 4 2 の機能を無効化する構成が採用されている。特に、ワンウェイクラッチ 7 0 は、回転方向に応じて自動的に異なる動作を行うクラッチであるため、モータシャフト 2 3 の回転方向の変更を、ロック機構 7 1 の動作の変更に効率的につなげることができる。また、ロック機構 7 1 は、ローラ 7 3 がロック位置とアンロック位置との間で周方向に移動することで、ロックカム 7 5 のロックとアンロックとを行うように構成されている。これにより、前後方向および径方向にコンパクトなロック機構 7 1 が実現されている。更に、ローラ 7 3 は、周方向の僅かな移動で楔効果を発揮し、ロックカム 7 5、ひいてはインターナルギヤ 4 2 2 を確実にロックすることができる。

40

【0086】

また、ロック機構 7 1 は、1 段目に比べて回転速度が小さく、且つ、3 段目に比べてトルクが小さい 2 段目の遊星ギヤ機構 4 2 において、太陽ギヤ 4 2 1 およびインターナルギ

50

ヤ４２２に作用する。これにより、ロック機構７１への負荷を低減し、耐久性を向上させることができる。

【００８７】

上記実施形態の各構成要素と本発明の各構成要素の対応関係を以下に示す。但し、実施形態の各構成要素は単なる一例であって、本発明の各構成要素を限定するものではない。

【００８８】

締結工具１は、「電動工具」の一例である。モータ２、モータシャフト２３は、夫々、「モータ」、「モータシャフト」の一例である。減速機４は、「ギヤ減速機」の一例である。遊星ギヤ機構４１、４２、４３の各々は、「遊星ギヤ機構」の一例である。太陽ギヤ４１１、４２１、４３１の各々は、「太陽ギヤ」の一例である。インターナルギヤ４１２、４２２、４３２の各々は、「インターナルギヤ」の一例である。キャリア４１５、４２５、４３５の各々は、「キャリア」の一例である。遊星ギヤ４１８、４２８、４３８の各々は、「遊星ギヤ」の一例である。ワンウェイクラッチ７０は、「ワンウェイクラッチ」の一例である。ロック機構７１は、「ロック機構」の一例である。ピン把持部６３は、「可動部材」の一例である。ファスナ８は、「ファスナ」の一例である。ボールネジ機構５は、「ネジ送り機構」の一例である。コントローラ１７０の制御回路１７１は、「制御装置」の一例である。

10

【００８９】

なお、上記実施形態は単なる例示であり、本開示に係る電動工具は、例示された締結工具１に限定されるものではない。例えば、下記に例示される変更を加えることができる。また、これらの変更のうち少なくとも１つが、実施形態に例示される締結工具１、および各請求項に記載された発明の何れかと組み合わせられて採用されうる。

20

【００９０】

例えば、モータ２には、ブラシレスモータに代えて、ブラシ付のモータが採用されてもよい。モータ２は、バッテリー１８２ではなく、外部の交流電源から供給される電力で駆動されてもよい。

【００９１】

また、駆動機構３において、ボールネジ機構５に代えて、内周部に雌ネジが形成されたナットと、外周部に雄ネジが形成され、ナットに直接螺合されたネジシャフトとを備えたネジ送り機構が採用されてもよい。また、ボールネジ機構５において、ネジシャフト５６が、前後方向の移動が規制され、且つ、駆動軸Ａ１周りに回転可能に支持される一方、ナット５１が、ネジシャフト５６の回転に伴って前後方向に移動するように構成されていてもよい。この場合、ピン把持部６３は、最終出力シャフトとしてのナット５１に、直接的または間接的に連結されればよい。第１中間シャフト３１のナット駆動ギヤ３１１と、ナット５１の被動ギヤ５１１の間に配置されたアイドルギヤ３３１は省略され、ナット駆動ギヤ３１１と被動ギヤ５１１とが噛合していてもよいし、別のギヤが介在していてもよい。

30

【００９２】

減速機４の段数（つまり、減速機４に含まれる遊星ギヤ機構の数）、遊星ギヤ機構４１、４２、４３の夫々の構成は、適宜変更されてよい。例えば、減速機４は、遊星ギヤ機構を１つのみ備えてもよいし、２つあるいは４つ以上の遊星ギヤ機構を備えてもよい。なお、遊星ギヤ機構が１つのみ設けられる場合、有効段数は、モータ２の回転方向の変更に応じて、ゼロと１との間で切り替えられる。また、有効段数の変更は、インターナルギヤ４１２、４２２、４３２の何れか１つの軸方向の移動によって実現されてもよい。更に、減速機４に代えて、遊星ギヤ機構とは異なるギヤ列（スパーギヤ、ヘリカルギヤ、ベベルギヤ等のギヤ列）を含むギヤ減速機が採用されてもよい。この場合、減速比の変更は、例えば、スライド可能に配置された特定のギヤを、歯数の異なる２つのギヤの一方に選択的に噛合させることで実現されうる。

40

【００９３】

減速比変更機構７は、モータシャフト２３の回転方向の変更に応じて動作し、減速機４の減速比を切り換え可能な限り、適宜、変更が可能である。例えば、減速比変更機構７は

50

、モータシャフト23および減速機4（または上述の変形例のギヤ変速機）に動作可能に連結されたギヤ列を用いて、減速機4のインターナルギヤ412、422、432の何れか1つを軸方向に移動させるように構成されてもよい。

【0094】

ワンウェイクラッチ70は、他の任意の構成を有するワンウェイクラッチ（例えば、ボールを用いたワンウェイクラッチ）に変更されてもよい。ロック機構71の各構成部材の形状、配置、数等も適宜変更されうる。例えば、ローラ73の数は3以上であってもよい。ロックカム75の突起756およびリテーナ72の突起725の数も、変更されうる。ロックスリーブ74は省略され、ローラ73は、ギヤケース40の内周面と、ロックカム75の平坦部757との間に配置され、ロック位置とアンロック位置の間で移動可能であ

10

【0095】

上記実施形態では、制御回路171が、CPU等を含むマイクロコンピュータによって構成される例が挙げられている。しかしながら、制御回路171は、例えば、ASIC（Application Specific Integrated Circuits）、FPGA（Field Programmable Gate Array）などのプログラマブル・ロジック・デバイスで構成されていてもよい。また、複数の制御回路が、モータ2の駆動を制御してもよい。また、制御回路171がモータ2の駆動態様を切り替える契機となるイベントは、上述の例に限られず、例えば、トリガ151とは別個に設けられた操作部（例えば、押しボタンスイッチ、タッチパネル等）に対す

20

【0096】

更に、締結工具1は、上記実施形態で例示されたファスナ8とは異なるタイプのファスナ（例えば、ブラインドリベット、複数部材加締め式のファスナのうち、軸維持式のファスナ）を用いて作業材Wを締結するように構成されていてもよい。締結工具1は、アンビル61およびピン把持部63の交換によって、複数種類のファスナに対応可能であってもよい。

【0097】

また、上記実施形態では、電動工具の一例として、締結工具1が挙げられているが、本開示は、モータの回転方向に応じて異なる動作を行う別の電動工具に適用されてもよい。例えば、電動工具は、固定刃と、固定刃に対して閉位置と開位置の間で所定の軸周りに回転するように構成された可動刃とを備えた剪定ハサミとして具現化されてもよい。

30

【0098】

かかる剪定ハサミは、可動刃が閉位置から開位置へ回転する往動行程と、開位置から閉位置へ戻りつつ枝を切断する復動行程とを1サイクルとして動作する。よって、往動行程では、可動刃が速やかに開位置へ移動し、復動行程では、可動刃が比較的強い切断力を発揮することが好ましい。そこで、剪定ハサミでは、往動行程と復動行程とで、モータの回転方向を切り替え、且つ、減速機の復動行程における減速比が、往動行程における減速比よりも大きくなるように変更されればよい。

【0099】

40

また、電動工具は、締結工具1および上述の剪定ハサミのように、可動部材が所定方向に移動する往動行程と、所定方向とは逆方向に移動する復動行程とを1サイクルとして動作する電動工具に限られない。例えば、電動工具は、先端工具が取り外し可能に装着された出力シャフトを駆動軸周りに回転駆動する回転工具として具現化されてもよい。回転工具は、モータの回転方向の反転に応じて、出力シャフトおよび先端工具の回転方向が反転する。よって、モータの回転方向が変更されるのに応じて減速機の減速比を変更することで、先端工具の回転方向に応じた異なる動作を行わせることができる。

【0100】

更に、本発明、上記実施形態及びその変形例の趣旨に鑑み、以下の態様が構築される。以下の態様のうち少なくとも1つが、上述の実施形態及びその変形例、ならびに各請求項

50

に記載された発明の少なくとも１つと組み合わせられて採用されうる。

〔態様１〕

前記ギヤ減速機は、３段の遊星ギヤ機構を含み、

前記３段の遊星ギヤ機構のうち、１段目のキャリアのシャフトには、２段目の太陽ギヤが固定されており、

前記ワンウェイクラッチは、前記１段目のキャリアの前記シャフトに取り付けられている。

〔態様２〕

前記モータおよび前記減速機を収容するハウジングを更に備え、

前記インターナルギヤは、前記ハウジングに対して第１の軸周りに選択的に回転可能であって、

前記ロック機構は、

前記ハウジングに対して前記第１の軸周りに回転不能な筒状のロックスリーブと、

前記インターナルギヤに連結され、前記インターナルギヤと一体的に、前記ロックスリーブに対して前記第１の軸周りに選択的に回転可能なロックカムであって、少なくとも部分的に前記ロックスリーブの径方向内側に配置されたロックカムと、

少なくとも部分的に前記ロックスリーブの径方向内側に配置され、前記ワンウェイクラッチと一体的に、前記ロックスリーブに対して前記第１の軸周りに選択的に回転可能なリテーナと、

前記径方向において、前記ロックスリーブと前記ロックカムの間で前記リテーナに保持された少なくとも１つのローラであって、前記ロックスリーブと前記ロックカムとの間に挟持され、前記ロックカムを前記ロックスリーブに対して回転不能にロックするロック位置と、前記ロックスリーブと前記ロックカムとの間に遊嵌状に配置され、前記ロックスリーブに対する前記ロックカムの回転を許容するアンロック位置との間で、前記ロックスリーブおよびロックカムに対して前記第１の軸周りの周方向に選択的に移動可能な少なくとも１つのローラとを含み、

前記モータシャフトが前記第１方向に回転する場合には、前記太陽ギヤの回転によって、前記遊星ギヤを介して前記インターナルギヤおよび前記ロックカムが前記第１の軸周りに回転されるのに応じて、前記少なくとも１つのローラが前記ロック位置に相対的に移動することで、前記ロックカムを介して前記インターナルギヤを回転不能にロックし、

前記モータシャフトが前記第２方向に回転する場合には、前記リテーナは、前記ワンウェイクラッチと一体的に回転し、前記ロックカムを介して前記インターナルギヤを前記太陽ギヤと一体的に回転させる。

本体ハウジング１１、ロックスリーブ７４、ロックカム７５、リテーナ７２、ローラ７３は、夫々、本態様の「ハウジング」、「ロックスリーブ」、「ロックカム」、「リテーナ」、「ローラ」の一例である。

〔態様３〕

前記少なくとも１つのローラは、前記ロック位置に配置された場合、楔効果によって前記ロックカムを回転不能にロックするように構成されている。

【符号の説明】

【０１０１】

１：締結工具

１１：本体ハウジング、１１５：回収容器、１３：ノーズ、１５：ハンドル、１５１：トリガ、１５２：スイッチ、１７：バッテリーハウジング、１７０：コントローラ、１７１：制御回路、１８１：バッテリー装着部、１８２：バッテリー、２：モータ、２１：ステータ、２２：ロータ、２３：モータシャフト、３：駆動機構、３１：第１中間シャフト、３１１：ナット駆動ギヤ、３３：第２中間シャフト、３３１：アイドルギヤ、４：減速機、４０：ギヤケース、４０１：溝、４１、４２、４３：遊星ギヤ機構、４１１、４２１、４３１：太陽ギヤ、４１２、４２２、４３２：インターナルギヤ、４２３：突起、４１５、４２５、４３５：キャリア、４１６、４２６、４３６：シャフト、４１８、４２８、４３８：

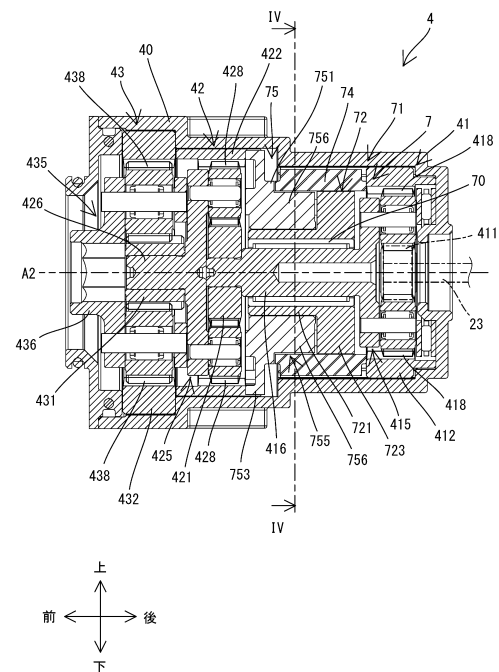
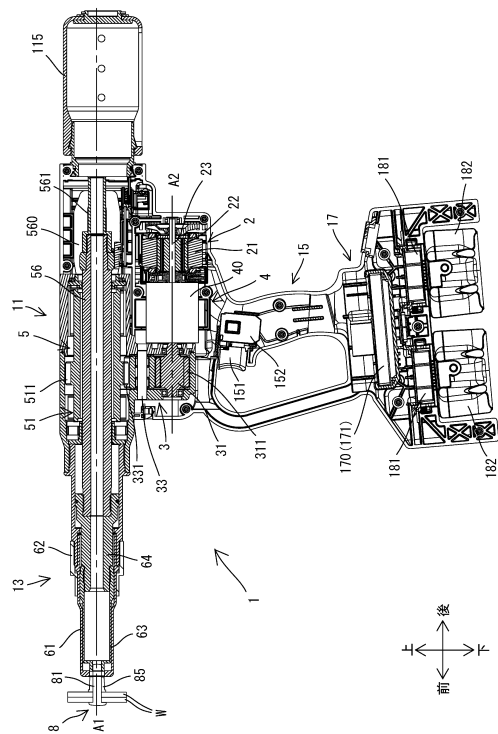
遊星ギヤ、5：ボールネジ機構、51：ナット、511：被動ギヤ、56：ネジシャフト、560：駆動シャフト、561：延設シャフト、61：アンビル、62：連結部材、63：ピン把持部、64：連結部材、7：減速比変更機構、70：ワンウェイクラッチ、71：ロック機構、72：リテーナ、721：円筒部、723：ベース部、725：突起、73：ローラ、74：ロックスリーブ、741：突起、75：ロックカム、751：ベース部、753：フランジ部、754：凹部、755：カム部、756：突起、757：平坦部、8：ファスナ、81：ピン、85：カラー、A1：駆動軸、A2：回転軸、W：作業材

【図面】

【図 1】

【図 2】

10



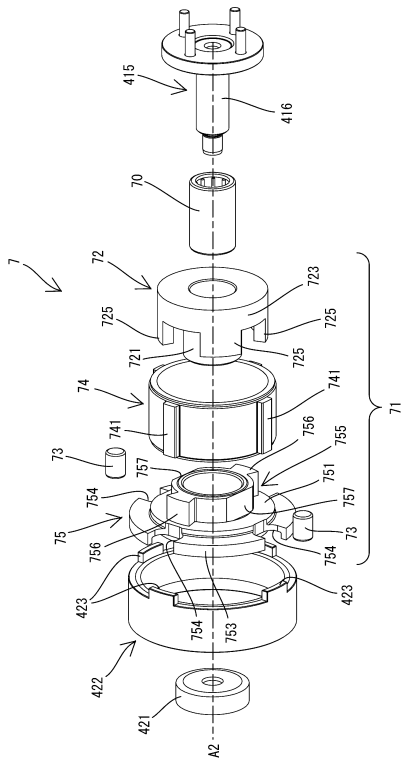
20

30

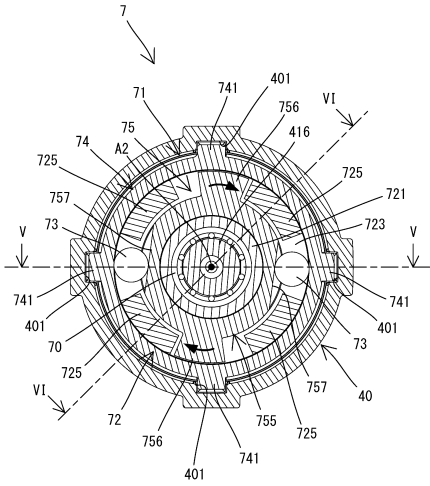
40

50

【図 3】



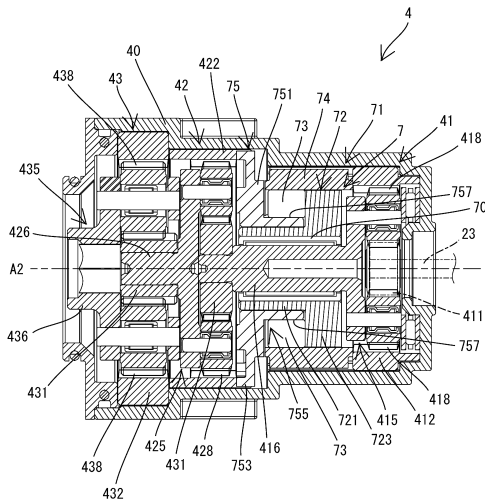
【図 4】



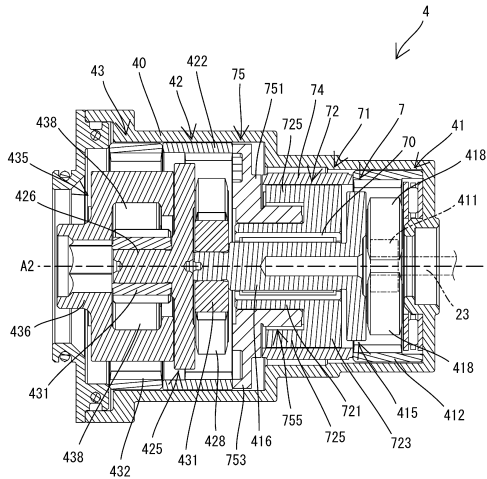
10

20

【図 5】



【図 6】

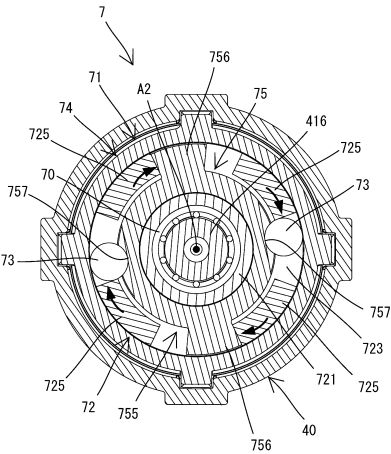


30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 3 9 3 2 6 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 5 1 5 4 3 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 2 3 3 7 7 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 2 0 / 0 9 9 1 7 8 (W O , A 1)
特表 2 0 2 2 - 5 0 6 8 1 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 3 0 4 9 1 3 (U S , A 1)
特開 2 0 1 2 - 1 2 5 8 9 8 (J P , A)
独国特許出願公開第 1 0 2 0 1 9 1 0 7 3 8 0 (D E , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
B 2 5 F 5 / 0 0
B 2 1 J 1 5 / 1 0