

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5672429号  
(P5672429)

(45) 発行日 平成27年2月18日 (2015. 2. 18)

(24) 登録日 平成27年1月9日 (2015. 1. 9)

(51) Int. Cl. F 1  
**B 2 5 B 21/02 (2006. 01)** B 2 5 B 21/02 H  
**B 2 5 B 21/00 (2006. 01)** B 2 5 B 21/00 B  
 B 2 5 B 21/00 5 2 O A

請求項の数 6 (全 22 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-51192 (P2010-51192)    | (73) 特許権者 | 000005094           |
| (22) 出願日  | 平成22年3月8日 (2010. 3. 8)        |           | 日立工機株式会社            |
| (65) 公開番号 | 特開2011-183506 (P2011-183506A) |           | 東京都港区港南二丁目15番1号     |
| (43) 公開日  | 平成23年9月22日 (2011. 9. 22)      | (74) 代理人  | 100095887           |
| 審査請求日     | 平成24年8月31日 (2012. 8. 31)      |           | 弁理士 鹿久保 伸一          |
|           |                               | (74) 代理人  | 100088074           |
|           |                               |           | 弁理士 中林 幹雄           |
|           |                               | (72) 発明者  | 中村 瑞穂               |
|           |                               |           | 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日 |
|           |                               |           | 立工機株式会社内            |
|           |                               | (72) 発明者  | 大森 和博               |
|           |                               |           | 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日 |
|           |                               |           | 立工機株式会社内            |
|           |                               | 審査官       | 大山 健                |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インパクト工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータと、  
 前記モータを収容するハウジングと、  
 前記ハウジングに収容されるインナカバー及びハンマケースと、  
 前記モータにより回転される第1減速機構部と、  
 前記第1減速機構部に接続される第2減速機構部と、  
 前記第2減速機構部に接続されて回転するハンマと、  
 前記ハンマにより回転方向に打撃されるアンビルと、  
 前記アンビルに接続される先端工具保持部と、を有するインパクト工具であって、  
 前記ハンマと前記アンビルの一方には、他方に形成された嵌合穴と嵌挿される嵌合軸が  
 設けられ、

10

前記第1減速機構部、前記第2減速機構部、前記ハンマ及び前記アンビルは、前記イン  
 ナカバーと前記ハンマケースで画定される空間内に収容されることを特徴とするインパク  
 ト工具。

【請求項2】

前記インナカバーは前方側に開口部を有し、後方側に前記モータの回転軸を貫通させる  
 貫通穴を有するカップ状の形状であり、

前記ハンマケースは前記インナカバーの開口部に嵌合させる開口部を後方側に有し、前  
 方側に前記アンビルを貫通させる貫通穴を有するカップ状の形状であり、

20

前記インナカバーと前記ハンマケースは、お互いの前記開口部が対面するようにして接合されることを特徴とする請求項 1 に記載のインパクト工具。

【請求項 3】

前記インナカバーは、前記第 1 減速機構部の軸受け手段を保持する小径内径部と、前記第 1 減速機構部のリングギヤを固定する中径内径部と、前記第 2 減速機構部のリングギヤを固定する大径内径部を有することを特徴とする請求項 2 に記載のインパクト工具。

【請求項 4】

前記中径内径部及び前記大径内径部には、前記第 1 減速機構部及び前記第 2 減速機構部のリングギヤの回転を阻止する回し止め手段が形成されることを特徴とする請求項 3 に記載のインパクト工具。

10

【請求項 5】

モータと、前記モータの回転を減速する遊星歯車減速機構と、前記遊星歯車減速機構により駆動される打撃機構部と、を有するインパクト工具であって、

前記打撃機構部は、アンビルと、前記アンビルを打撃するためのハンマを有するキャリア組立体と、を備え、

前記キャリア組立体は、前記遊星歯車減速機構を構成するプラネタリーギヤを回転可能に支持し、

前記アンビルと前記キャリア組立体の一方には、他方に形成された嵌合穴と嵌挿される嵌合軸が設けられることを特徴とするインパクト工具。

【請求項 6】

20

前記遊星歯車減速機構は、内周部に前記プラネタリーギヤと噛合するギヤ部が形成されたリングギヤを有し、

前記リングギヤと前記キャリア組立体との間にスラスト軸受を配置したことを特徴とする請求項 5 に記載のインパクト工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータにより駆動され、新規な打撃機構部を実現したインパクト工具に関する。

【背景技術】

30

【0002】

電動工具の一例であるインパクト工具は、モータを駆動源として回転打撃機構部を駆動し、アンビルに回転力と打撃力を与えることによって先端工具に回転打撃力を間欠的に伝達してネジ締め等の作業を行うものである。近年、駆動源としてブラシレス DC モータが広く用いられるようになってきた。ブラシレス DC モータは、例えばブラシ（整流用刷子）の無い DC（直流）モータであり、コイル（巻線）を固定子側に、マグネット（永久磁石）を回転子側に用い、インバータ回路で駆動された電力を所定のコイルへ順次通電することによりロータを回転させる。インバータ回路は、FET（電界効果トランジスタ）や、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）のような大容量の出力トランジスタを使用して構成され、大電流で駆動される。ブラシレス DC モータは、ブラシ付き DC モータと比較するとトルク特性に優れ、より強い力で被加工部材にネジやボルト等を締め付けることができる。

40

【0003】

ブラシレス DC モータを用いたインパクト工具の例として、例えば特許文献 1 の技術が知られている。特許文献 1 では、連続回転式の打撃機構部を有し、動力伝達機構部（減速機構部）を介してスピンドルに回転力が与えられると、スピンドルの回転軸方向に移動可能に係合するハンマが回転し、ハンマと当接するアンビルを回転させる。ハンマとアンビルは、回転平面上の 2 箇所互いに対称的に配置された 2 つのハンマ凸部（打撃部）をそれぞれ有し、これらの凸部は互いに回転方向に噛み合う位置にあり、凸部同士の噛み合いにより回転打撃力が伝えられる。ハンマは、スピンドルを囲むリング域で、スピンドルに

50

対して軸方向に摺動自在にされ、ハンマの内周面には、逆V字型（略三角形）のカム溝が設けられる。スピンドルの外周面には軸方向に、V字型のカム溝が設けられており、このカム溝とハンマの内周カム溝との間に挿入されたボール（鋼球）を介してハンマが回転する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-72888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

従来の動力伝達機構部においては、スピンドルとハンマは、カム溝に配置されたボールを介して保持され、ハンマはその後端に配置されるスプリングによって、スピンドルに対して軸方向後方に後退できるように構成されている。従って、スピンドルとハンマの部分の部品点数が多くなり、スピンドルとハンマの間の取り付け精度を良くするように考慮しなければならないので、製造コストが高くなっていた。

【0006】

また特許文献1の技術において、ハンマによる打撃時には、後退したハンマがスプリングによって前方に押し戻されながら回転してスピンドルを打撃するために、打撃時にスピンドルに対して軸方向前方へのスラスト分力が発生し、これによって先端工具がねじ頭から離れる等の、いわゆるカムアウト現象が起こりにくくなっていた。しかしながら、後述する本発明の実施例に係る新規な構造の打撃機構においては、ハンマは回転方向へ回転するのみであって、回転軸方向への移動はしない構造となるため、打撃によって回転方向（ラジアル方向）への力が発生するのみで、回転軸方向（スラスト方向）への力は発生しない。

20

【0007】

本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、その目的は新規な打撃機構を用いて構成したインパクト工具を提供することにある。

【0008】

本発明の別の目的は、簡単な機構のハンマとアンビルによって打撃機構を実現したインパクト工具において、減速歯車機構の長寿命化を達成したインパクト工具を提供することにある。

30

【0009】

本発明のさらに別の目的は、減速機構部を複数段で構成することにより、減速比を大きく取ることができ高出力なインパクト工具を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの特徴を説明すれば、次の通りである。

【0011】

40

本発明の一つの特徴によれば、モータと、モータを收容するハウジングと、ハウジングに收容されるインナカバー及びハンマケースと、モータにより回転される第1減速機構部と、第1減速機構部に接続される第2減速機構部と、第2減速機構部に接続され回転されるハンマと、ハンマにより回転方向に打撃されるアンビルと、アンビルに接続される先端工具保持部と、を有するインパクト工具であって、ハンマとアンビルの一方には、他方に形成された嵌合穴と嵌挿される嵌合軸が設けられ、第1減速機構部、第2減速機構部、ハンマ及びアンビルは、インナカバーとハンマケースで画定される空間内に收容されるように構成した。

【0012】

本発明の他の特徴によれば、インナカバーは前方側に開口部を有し、後方側にモータの

50

回転軸を貫通させる貫通穴を有するカップ状の形状であり、ハンマケースはインナカバーの開口部に嵌合させる開口部を後方側に有し、前方側にアンビルを貫通させる貫通穴を有するカップ状の形状であり、インナカバーとハンマケースはお互いの開口部が対面するようにして接合される。インナカバーは、第1減速機構部の軸受け手段を保持する小径内径部と、第1減速機構部のリングギヤを固定する中径内径部と、第2減速機構部のリングギヤを固定する大径内径部を有するように構成される。中径内径部及び大径内径部には、第1減速機構部及び第2減速機構部のリングギヤの回転を阻止する回し止め手段が形成される。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、インパクト工具において第1減速機構部、第2減速機構部、ハンマ及びアンビルを含んで構成されるので、小さいサイズのモータであっても所定の締め付け及び打撃トルクを発生させることができる。また、第1減速機構部、第2減速機構部、ハンマ及びアンビルを、インナカバーとハンマケースで画定される空間内に収容したので、潤滑性が良く耐久性の高いインパクト工具を実現できる。

【0015】

本発明によれば、インナカバーとハンマケースはカップ状の形状であり、お互いの開口部が対面するようにして接合されるので、剛性が高くして密閉性に優れ、内部に付加されるグリース等の漏れにくい信頼性の高いインパクト工具を実現できる。

【0016】

本発明によれば、インナカバーは、第1減速機構部の軸受け手段を保持する小径内径部と、第1減速機構部のリングギヤを固定する中径内径部と、第2減速機構部のリングギヤを固定する大径内径部を有するので、一つのインナカバーで2つの遊星歯車式減速手段のリングギヤを保持することができる。また、一つのインナカバーですむので組立性が向上する。

【0017】

本発明によれば、中径内径部及び大径内径部には、第1減速機構部及び第2減速機構部のリングギヤの回転を阻止する回し止め手段が形成されるので、インナカバーの内壁形状を工夫するだけでリングギヤを軸方向に回転しないように安定性して保持することができる。

【0022】

本発明の上記及び他の目的ならびに新規な特徴は、以下の明細書の記載及び図面から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施例に係るインパクト工具1の全体構造を示す縦断面図である。

【図2】本発明の実施例に係るインパクト工具1の側面図である。

【図3】図1の打撃機構50付近の拡大断面図である。

【図4】図1の遊星歯車減速機構20及び打撃機構50の分解斜視図である。

【図5】図4のインナカバー21の形状を示す斜視図である。

【図6】図4の第2リングギヤ40と、弾性体44の外観を示す斜視図である。

【図7】図4の第1遊星キャリア組立体30の構造を示す図であり、その半分の斜視図とその断面を示す図である。

【図8】図4の第2遊星キャリア組立体51の構造を示す図であり、その半分の斜視図とその断面を示す図である。

【図9】図4の第2遊星キャリア組立体51とアンビル61の形状を示す斜視図である。

【図10】図4の第2遊星キャリア組立体51とアンビル61の形状を示す別の角度からの斜視図である。

【図11】図3のA-A断面位置におけるハンマ52、53とアンビル61の打撃爪64、65の打撃動作を示す図であり、一回転の動きを6段階で示した図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】アンビル 6 1 からハウジング 6 に伝わるスラスト反力の伝達経路を説明するための図である。

【図 1 3】本発明の実施例に係るインパクト工具のモータ 3 の駆動制御系を示す機能ブロック図である。

【図 1 4】インパクト工具 1 の運転時のトリガ信号、インバータ回路の駆動信号、モータ 3 の回転速度、ハンマ 5 2 , 5 3 とアンビル 6 1 の打撃時のトルクを示す図である。

【図 1 5】図 1 の発光体部 1 2 付近の構造を説明するための部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【0024】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。尚、以下の説明において、上下前後の方向は、図 1 中に示した方向として説明する。

【0025】

図 1 は本発明に係るインパクト工具 1 の全体構造を示す縦断面図である。インパクト工具 1 は、充電可能なバッテリーパック 2 を電源とし、モータ 3 を駆動源として打撃機構 5 0 を駆動し、出力軸であるアンビル 6 1 に回転力と打撃を与えることによってドライビット等の図示しない先端工具に連続する回転力や断続的な打撃力を伝達してネジ締めやボルト締め等の作業を行う。

【0026】

モータ 3 は、ブラシレス DC モータであって、側面から見て略 T 字状の形状を成すハウジング 6 の略筒状の胴体部 6 a 内に收容される。ハウジング 6 は、ほぼ対称な形状の左右 2 つの部材に分割可能に構成され、それら部材が複数の図示しないネジにより固定される。そのため、分割されるハウジング 6 の一方（本実施例では左側ハウジング）に複数のネジボス 1 9 b が形成され、図示しない他方のハウジング（右側ハウジング）に複数のネジ穴が形成される。モータ 3 の回転軸 4 は、胴体部 6 a の後端側のベアリング 1 7 b と中央部付近に設けられるベアリング 1 7 a によって回転可能に保持される。モータ 3 の後方には 6 つのスイッチング素子 1 1 が搭載されたインバータ基板 1 0 が設けられ、これらスイッチング素子 1 1 によってインバータ制御を行うことによりモータ 3 を回転させる。インバータ基板 1 0 の前方側であって回転子の永久磁石に対向する位置には、回転子の位置を検出するためのホール IC 等の回転位置検出素子（図示せず）が搭載される。

【0027】

ハウジング 6 の胴体部 6 a から略直角方向下方に一体に延びるグリップ部 6 b 内の上部にはトリガスイッチ 8 及び正逆切替レバー 1 4 が設けられ、トリガスイッチ 8 には図示しないバネによって付勢されてグリップ部 6 b から突出するトリガ操作部 8 a が設けられる。グリップ部 6 b 内の下方であってバッテリー保持部 6 c の内部には、トリガ操作部 8 a の操作に応じてモータ 3 の速度を制御する機能等を備えた制御回路を搭載する制御回路基板 9 が收容される。制御回路基板 9 の前方側上面には、インパクト工具 1 の動作モードを設定するためのダイヤルスイッチ 5 が設けられ、ダイヤルスイッチ 5 のダイヤルの一部又は全部がハウジング 6 から外部に露出するように取り付けられる。ダイヤルスイッチ 5 によって、「ドリルモード（クラッチ機構無し）」、「ドリルモード（クラッチ機構付き）」、又は、「インパクトモード」に切り替えることができる。「インパクトモード」では、打撃トルクの強さを段階的に又は連続的に可変に設定できるように構成すると良い。

【0028】

グリップ部 6 b の下方に形成されたバッテリー保持部 6 c には、ニッケル水素やリチウムイオン等の複数の電池セルが收容されたバッテリーパック 2 が着脱可能に装着される。バッテリー保持部 6 c の後方側には、ストラップ 1 1 2 が取り付けられる。バッテリー保持部 6 c の左右側面のいずれかには、着脱可能な金属製のベルトフック 1 1 1 が装着可能である。

【0029】

モータ 3 の前方には、回転軸 4 に取り付けられてモータ 3 と同期して回転する冷却ファ

10

20

30

40

50

ン 18 が設けられる。冷却ファン 18 は、回転方向によらずに回転軸 4 付近の空気を吸引して径方向外側に排出する遠心ファンであり、冷却ファン 18 により胴体部 6 a の後方に設けられた空気取入口 13 a、13 b から空気が吸引される。ハウジング 6 の内部に吸引された外気は、モータ 3 の回転子と固定子の間、及び、固定子の磁極の間を通過した後に冷却ファン 18 に到達し、冷却ファン 18 の半径方向外周側付近に形成される複数の空気排出口 13 c (図 2 参照) からハウジング 6 の外部に排出される。

#### 【0030】

打撃機構 50 は、アンビル 61 と第 2 遊星キャリア組立体 51 の 2 つの部品により構成され、第 2 遊星キャリア組立体 51 は遊星歯車減速機構 20 の 2 段目の遊星歯車の回転軸を連結すると共に、アンビル 61 を打撃するための後述するハンマを有する。現在広く使  
10  
われている公知の打撃機構と違って、打撃機構 50 には、スピンドル、スプリング、カム溝、及びボール等を有するカム機構をもたない。そしてアンビル 61 と第 2 遊星キャリア組立体 51 とは回転中心付近に形成された嵌合軸と嵌合穴により半回転未満の相対回転だけができるように連結される。アンビル 61 は、図示しない先端工具を装着する出力軸部分と一体に構成され、前端には軸方向と鉛直面の断面形状が六角形の装着穴 62 a が形成される。アンビル 61 の後方側は第 2 遊星キャリア組立体 51 の嵌合軸と連結され、軸方向中央付近でメタル 16 a によりハンマケース 7 に対して回転可能に保持される。アンビル 61 の先端には先端工具をワンタッチで着脱するためのスリーブ 15 が設けられる。尚、これらアンビル 61 と第 2 遊星キャリア組立体 51 の詳細形状については後述する。

#### 【0031】

ハンマケース 7 は打撃機構 50 及び遊星歯車減速機構 20 を収容するために金属製の一体成形で製造され、ハウジング 6 の前方側の内部に装着される。ハンマケース 7 は、ベアリング機構を介してアンビル 61 を保持するものであり、左右分割式のハウジング 6 によって全体が覆われるようにして固定される。このようにハンマケース 7 は、ハウジング 6 に対してしっかりと保持されるので、アンビル 61 の軸受け部分にガタつきが生ずることを防止でき、インパクト工具 1 の長寿命化を図ることができる。

#### 【0032】

トリガ操作部 8 a が引かれてモータ 3 が起動されると、モータ 3 の回転は遊星歯車減速機構 20 によって減速され、モータ 3 の回転数に対して所定の比率の回転数で第 2 遊星キャリア組立体 51 が回転する。第 2 遊星キャリア組立体 51 が回転すると、その回転力は  
30  
第 2 遊星キャリア組立体 51 に設けられるハンマを介してアンビル 61 に伝達され、アンビル 61 が第 2 遊星キャリア組立体 51 と同じ速度で回転を開始する。先端工具側からの受ける反力によってアンビル 61 にかかる力が大きくなると、後述する制御部は締め付け反力の増大を検出し、モータ 3 の回転が停止してロック状態になる前に、第 2 遊星キャリア組立体 51 の駆動モードを変更しながらハンマを連続的に又は断続的に駆動する。

#### 【0033】

図 2 は、図 1 のインパクト工具 1 の側面図である。ハウジング 6 は 3 つの部分 (胴体部 6 a、グリップ部 6 b、バッテリー保持部 6 c) から構成され、胴体部 6 a の、冷却ファン 18 の半径方向外周側付近には冷却風排出用の空気排出口 13 c が形成される。ハウジ  
40  
ング 6 は、モータ 3 の回転軸 4 を通る鉛直面にて左右分割式に形成され、複数本のネジ 19 a によって分割式のハウジング 6 が固定される。ハウジング 6 の前方側には、先端工具保持部を構成するスリーブ 15 が突出する。スリーブ 15 の段差部の前側には、圧縮式のスプリング 15 a が設けられ、このスプリングによってスリーブ 15 は軸方向後方側に付勢される。スプリング 15 a の前端は、止め輪 15 c によって軸方向の移動が制限されたワッシャ 15 b によって保持される。スリーブ 15 は金属製であるのが好ましく、例えば鉄又は任意の合金である。スリーブ 15 の内側に突出する部分付近には、ボール 24 が、アンビル 61 に形成された穴に配置され、ボール 24 の一部がアンビル 61 内に突出できるように構成される。ハウジング 6 のバッテリー保持部 6 c の上面には、回転式のダイヤルスイッチ 5 が設けられる。また、図示していないがハウジング 6 の一部には、モータ 3 の駆動モード (ドリルモード、インパクトモード) を切り替えるためのトグルスイッチや発光  
50

体部 12 を ON / OFF するためのスイッチ等が配置された制御パネルが設けられる。バッテリーパック 2 には、リリースボタン 2 a が設けられ、左右両側に位置するリリースボタン 2 a を押しながら前方にバッテリーパック 2 を移動させることにより、バッテリーパック 2 をバッテリー保持部 6 c から取り外すことができる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 は、図 1 の打撃機構 5 0 付近の拡大断面図である。本実施例における遊星歯車減速機構 2 0 は、プラネタリー型であり、第 1 減速機構部と第 2 減速機構部の 2 つの減速機構部を有し、各減速機構部はそれぞれ、サンギヤ、複数のプラネタリーギヤ、リングギヤを含んで構成される。モータ 3 の回転軸 4 の先端には第 1 ピニオン 2 9 が取り付けられ、第 1 ピニオン 2 9 が第 1 減速機構部の駆動軸（入力軸）となる。第 1 ピニオン 2 9 の周囲には、複数の第 1 プラネタリーギヤ 3 3 が位置し、第 1 リングギヤ 2 8 の内周側で回転する。複数の第 1 プラネタリーギヤ 3 3 の回転軸たるニードルピン 3 4 a は、遊星キャリアの機能を持つ第 1 遊星キャリア組立体 3 0 にて保持される。第 1 遊星キャリア組立体 3 0 は第 2 減速機構部の入力軸となり、前方側中央付近には第 2 ピニオン 3 5 が形成される。

10

#### 【 0 0 3 5 】

第 2 ピニオン 3 5 の周囲には、複数の第 2 プラネタリーギヤ 5 6 が位置し、第 2 リングギヤ 4 0 の内周側で回転する。複数の第 2 プラネタリーギヤ 5 6 の回転軸たるニードルピン 5 7 は、第 2 遊星キャリア組立体 5 1 にて保持される。第 2 遊星キャリア組立体 5 1 は、2 つの打撃爪たるハンマを有し、アンビル 6 1 に形成された打撃爪に対応する。第 2 遊星キャリア組立体 5 1 は第 2 減速機構部の出力として、モータ 3 と同方向に所定の減速比で回転する。この減速比をどの程度に設定するかは、主な締付対象（ネジかボルトか）や、モータ 3 の出力と必要な締付トルクの大きさ等の要因から適切に設定すれば良く、本実施例ではモータ 3 の回転数に対して第 2 遊星キャリア組立体 5 1 の回転数が  $1 / 8 \sim 1 / 15$  程度になるように減速比を設定する。

20

#### 【 0 0 3 6 】

胴体部 6 a の内部であって、冷却ファン 1 8 の前方側にはインナカバー 2 1 が設けられる。インナカバー 2 1 はプラスチック等の合成樹脂の一体成形で製造された部材であり、ハウジングの内壁に沿って取り付けられる。インナカバー 2 1 の後方側には円筒状の部分が形成され、その円筒部分でモータ 3 の回転軸 4 を回転可能に固定するベアリング 1 7 a の外輪を保持する。また、インナカバー 2 1 の前方側には、3 つの異なる径を有する円筒状の部分が段差状に設けられ、後方の小径内径部分にはベアリングの役目を果たす円筒状のメタル 1 6 b が設けられ、中央付近の中径内径部分には第 1 リングギヤ 2 8 が挿入され、前方の大径内径部分には第 2 リングギヤ 4 0 及びスラスト軸受 4 5 が収容される。本実施例では、ハンマの後部に設けられるスラスト軸受 4 5 の後方側は、第 2 リングギヤ 4 0 にて固定することによってハウジング 6 に間接的に保持しているが、これだけに限定されずに、インナカバー 2 1 にて保持するようにしても良いし、ハウジング 6 にて直接固定するように構成しても良い。尚、小径内径部分、中径内径部分、大径内径部分以外にも後述するワッシャ類を保持するための僅かな段差部分が形成されるが、ここでの説明は省略する。第 1 リングギヤ 2 8 はインナカバー 2 1 に対して回転不能に取り付けられ、第 2 リングギヤ 4 0 はインナカバー 2 1 に対して僅かな回動ができるように、しかし実質的には回転不能のように取り付けられる。インナカバー 2 1 は、ハウジング 6 の胴体部 6 a の内部に回転不能に取り付けられるので、第 1 リングギヤ 2 8 及び第 2 リングギヤ 4 0 は、ハウジング 6 に対して非回転状態で固定されることになる。

30

40

#### 【 0 0 3 7 】

インナカバー 2 1 の大径内径部は、ハンマケース 7 の後方側開口から内部に挿入され、インナカバー 2 1 とハンマケース 7 によって画定される空間の内部に、第 1 及び第 2 減速機構部からなる遊星歯車減速機構 2 0 と、ハンマ 5 2、5 3 及びアンビル 6 1 からなる打撃機構 5 0 が収容されることになる。従って、第 1 及び第 2 の減速機構や打撃機構に与えられる潤滑のためのグリース類が外部に流出しすることを効果的に防止でき、長期間にわ

50

たって安定して減速機構と打撃機構を動作させることができる。尚、本実施例ではインナカバー 21 とハンマケース 7 の軸方向の接合部分（インナカバー 21 の前端側又はハンマケース 7 の後端側）にシール部材を介在させていないが、Oリング等の任意のシール部材を介在させるように構成しても良い。

#### 【0038】

図 4 は、遊星歯車減速機構 20 及び打撃機構 50 の分解斜視図であり、各部品の一部を断面にて示している。遊星歯車減速機構 20 の 2 つの減速機構部は、インナカバー 21 の内部に収容される。インナカバー 21 の内部には軸方向前方から後方にワッシャ 26、27 が挿入される。ワッシャ 26 は回転する第 1 遊星キャリア組立体 30 のニードルピン 34 a の後方側端部を押さえるための金属製のあて板である。ワッシャ 27 は、第 1 リングギヤ 28 の後方側を位置決めするための金属製のあて板である。第 1 リングギヤ 28 は、第 1 減速機構部のアウターギヤとして作用するが、第 1 リングギヤ 28 は回転方向には固定され、回転しない。このため第 1 リングギヤ 28 の外周側の 4 箇所には、径方向外側に突出する突出リブ 28 a が形成され、突出リブ 28 a がインナカバー 21 内の後述する溝部に嵌挿されることによりハウジング 6 に対して非回転状態で固定される。また、第 1 リングギヤ 28 の軸方向後方の端面は、ワッシャ 27 を介してインナカバー 21 の内壁に形成される円環状の平面部分に当接し、後方への移動が制限される。

#### 【0039】

第 1 遊星キャリア組立体 30 は、3 つの第 1 プラネタリーギヤ 33 の公転運動を保持すると共に、その公転運動を出力として取り出す機能を果たす。第 1 プラネタリーギヤ 33 の前方には、第 2 減速機構部の入力となりサンギヤとして機能する第 2 ピニオン 35 が形成される。第 1 遊星キャリア組立体 30 の第 2 ピニオン 35 の外周側には金属製のワッシャ 37 が位置づけられる。ワッシャ 37 は、第 2 遊星キャリア組立体 51 のニードルピン 57 の抜け止めとして作用するとともに、第 1 遊星キャリア組立体 30 と第 2 遊星キャリア組立体 51 がスムーズに回転できるように挿入されるものである。

#### 【0040】

次に第 2 減速機構部を構成する第 2 リングギヤ 40 がインナカバー 21 内部に配置される。第 2 リングギヤ 40 は、外径が花びら形のワッシャ 38 を介してインナカバー 21 内の内壁に形成される円環状の平面部分に当接するようにして固定される。第 2 リングギヤ 40 は、インナカバー 21 に対して、軸方向（前後方向）には移動せず、回転方向には弾性体 44 の弾性変形分だけ微小角度だけ回動する。第 2 リングギヤ 40 の内側及び前方側には第 2 遊星キャリア組立体 51 が装着される。第 2 リングギヤ 40 は非回転部品であり、第 2 遊星キャリア組立体 51 は回転部品である。そこで、第 2 リングギヤ 40 と第 2 遊星キャリア組立体 51 の間には、スラスト軸受 45 が設けられる。スラスト軸受 45 は、第 2 遊星キャリア組立体 51 から軸方向後方に受けるスラスト加重を受けるためのもので、スラスト加重を受けつつも第 2 遊星キャリア組立体 51 をスムーズに回転させることができる。スラスト軸受 45 は、後方と前方に配置される軌道ワッシャ 46、49 と、図示しないベアリング球を組み込むために円周方向に複数の穴 48 が形成された穴あきワッシャ 47 により構成される。

#### 【0041】

第 2 遊星キャリア組立体 51 は、第 2 プラネタリーギヤ 56 の第 2 ピニオン 35 の回りの公転運動を保持すると共に、その公転運動をハンマ 52 の回転運動に変換する機能を果たす。第 2 プラネタリーギヤ 56 はニードルピン 57 によって第 2 遊星キャリア組立体 51 の円盤部 55 a、55 b にて保持される。本実施例において特徴的なこととして、第 2 遊星キャリア組立体 51 が第 2 プラネタリーギヤ 56 の複数の回転軸たるニードルピン 57 の両端を保持することである。そのため第 2 遊星キャリア組立体 51 の後端側は円筒状の空間を有し、その空間の内部には第 2 ピニオン 35 が収容される。第 2 遊星キャリア組立体 51 の前方側中心付近は、軸方向前方に突出する嵌合軸 56 b が形成され、嵌合軸 56 b はアンビル 61 の後方側中心付近に形成される円筒形の嵌合穴 63 a に嵌挿される。嵌合軸 56 b と嵌合穴 63 a によって、第 2 遊星キャリア組立体 51 とアンビル 61 が相

10

20

30

40

50



対的に回転可能なように軸支される。アンビル 6 1 は、後端部から半径方向外側に向けて伸びる 2 つの打撃爪 6 4、6 5 を有し、前方には先端工具を装着するための装着穴 6 2 a が形成される。

【 0 0 4 2 】

本実施例によるインパクト工具では、ハンマによるアンビル 6 1 の打撃の際に、スラスト方向（軸方向前方）への打撃力がほとんど伝わらないため、例えばネジを締めるときに先端工具とネジ頭の嵌合が外れないようにするために、作業者はインパクト工具 1 本体を前方に強く押しつけることが重要である。そのため、アンビル 6 1 には押しつけの反力が軸方向後方に伝わり、その反力は第 2 遊星キャリア組立体 5 1 に伝わることになる。第 2 遊星キャリア組立体 5 1 が受ける反力は、スラスト軸受 4 5 を介して第 2 リングギヤ 4 0 に伝わる。第 2 リングギヤ 4 0 の後端側はインナカバー 2 1 により保持されるので、結果としてアンビル 6 1 にかかるスラスト反力は、第 2 遊星キャリア組立体 5 1 スラスト軸受 4 5 第 2 リングギヤ 4 0 ワッシャ 3 8 インナカバー 2 1 ハウジング 6 と伝達されることになる。

【 0 0 4 3 】

従来の遊星歯車減速機構においては、アンビル 6 1 にかかるスラスト反力は、第 2 遊星キャリア組立体 5 1 第 1 遊星キャリア組立体 4 0 ボールベアリング（1 6 b に相当）インナカバー 2 1 ハウジング 6 となり、ボールベアリングの寿命が短くなってしまっておそれがあった。しかしながら、本実施例の構造においては、回転差が生ずる部分である第 2 遊星キャリア組立体 5 1 と第 2 リングギヤ 4 0 の間には耐スラスト荷重の高いスラスト軸受 4 5 が介在されるので、回転及び打撃動作にほとんど影響を与えることなく効果的にスラスト反力をハウジング 6 に逃がすことができ、インパクト工具 1 本体の剛性を高めることができる。また、アンビル 6 1 にかかるスラスト反力は、第 1 減速機構部の構成部分にはかからないので、ボールベアリングの代わりにメタル 1 6 b で実現できるようになったので、ベアリング部分の大きさを小さくすることができ、インパクト工具 1 の上下方向の大きさ及び前後（軸）方向の大きさを短縮することができ、同時に軽量化を達成できた。また、メタル 1 6 b の信頼性が上がり、インパクト工具 1 の寿命を向上させることができた。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、インナカバー 2 1 の形状を示す斜視図であり、前方側から見た図である。インナカバー 2 1 は、前方側に開口部を持つ略カップ状の形状であり、底部中央（後部中央部）に貫通穴 2 1 a が形成される。貫通穴 2 1 a から前方側には少なくとも 3 つの径を有する、小径内径部 2 1 b、中径内径部 2 1 e、大径内径部 2 1 i が形成される。小径内径部 2 1 b の部分にはリング状のメタル 1 6 b（図 3 参照）が挿入され、メタル 1 6 b の後端部は図示しないワッシャを介して段差部 2 1 c に突き当てられる。

【 0 0 4 5 】

中径内径部 2 1 e の部分にはワッシャ 2 7（図 4 参照）を介して第 1 リングギヤ 2 8（図 4 参照）が軸方向前方から後方側へ挿入される。この結果ワッシャ 2 7 は段差部 2 1 d に接触するように配置され、第 1 リングギヤ 2 8 はワッシャ 2 7 を介して段差部 2 1 d によって軸方向後方への動きが制限されることになる。ここで、中径内径部 2 1 e の円周上の複数箇所（本実施例では 4 箇所）には軸方向に連続する切り欠き溝 2 1 f が形成され、第 1 リングギヤ 2 8 の突出リブ 2 8 a が嵌合し、これらは第 1 リングギヤ 2 8 の回し止め手段として作用する。このように第 1 リングギヤ 2 8 は、インナカバー 2 1 によって軸方向後方にも、回転方向にも移動できないので、安定して保持されることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

大径内径部 2 1 i の部分には、円周上に複数の凹部 3 8 a が形成されたワッシャ 3 8（図 4 参照）を介して第 2 リングギヤ 4 0 が軸方向前方から後方側へ挿入される。ここで、大径内径部 2 1 i の円周上の複数箇所（本実施例では 6 箇所）には中径内径部 2 1 e から同一内径で軸方向前方に連続する凸部 2 1 h が形成され、ワッシャ 3 8 の凹部 3 8 a が凸部 2 1 h と対応するようにして段差部 2 1 g に配置される。また、第 2 リングギヤ 4 0 に

取り付けられる複数の弾性体 4 4 間の隙間に凸部 2 1 h が入り込むようにして第 2 リングギヤ 4 0 がワッシャ 3 8 の前方に位置づけられる。第 2 リングギヤ 4 0 の後述する軸方向の後端面はワッシャ 3 8 を介して段差面 2 1 g に当接するので、第 2 リングギヤ 4 0 は軸方向後方への移動ができないことになる。

【 0 0 4 7 】

インナカバー 2 1 の軸方向中央付近の外周には、半径が大きく形成された円環状のフランジ部分 2 2 が形成される。このフランジ部分 2 2 は、ハウジング 6 の胴体部 6 a の内壁に設けられた段差部に当接することによって、インナカバー 2 1 の軸方向後方への移動を制限する。インナカバー 2 1 の後方側には、軸方向後方に突出する突出部 2 3 a、2 3 b が形成される。図では 1 組の突出部 2 3 a、2 3 b しか見えないが、中心軸と軸対象の位置に同形状のもう一組の突出部 2 3 a、2 3 b が形成される。また突出部 2 3 a、2 3 b の間には空間 2 3 c が画定され、この空間 2 3 c がハウジング 6 の内壁側に形成された図示しない突出部と係合することによってインナカバー 2 1 がハウジング 6 に対して回転できないように保持される。尚、突出部 2 3 a、2 3 b はインナカバー 2 1 が軸方向に回転しないようにするための周り止め手段であるので、図示した形状に限られずに、インナカバー 2 1 が中心軸に対して回転しないようにハウジング 6 に対して保持できるような凹凸部であるならば他の形状であっても良い。同様に、切り欠き溝 2 1 f や突出リブ 2 8 a のような凹凸部も、これらの凹凸関係を逆に形成して実現しても良い。

【 0 0 4 8 】

図 6 は第 2 リングギヤ 4 0 と、弾性体 4 4 の外観を示す斜視図である。第 2 リングギヤ 4 0 は、内周部に第 2 プラネタリーギヤ 5 6 (図 4 参照) と噛合するギヤ部 4 1 が形成され、外周側には、弾性体 4 4 を収容するための空間となる窪み部 4 0 a が形成される。窪み部 4 0 a の前方側は弾性体の軸方向への移動を制限するための円周方向に連続する壁部 4 0 b が形成される。複数の窪み部 4 0 a の間には軸方向後方にまで延びる突出部 4 0 c が形成され、突出部 4 0 c の後端側には、ワッシャ 3 8 を介してインナカバー 2 1 の段差部 2 1 g と当接するための当接面 4 0 d が形成され、これらは第 2 リングギヤ 4 0 の回し止め手段として作用する。当接面 4 0 d は円周上の 6 ヶ所に形成されるが、それぞれ微少面積であるので、第 2 リングギヤ 4 0 の後方側は 6 ヶ所の当接面 4 0 d だけでワッシャ 3 8 に当接することになる。

【 0 0 4 9 】

6 つ用いられる弾性体 4 4 のそれぞれは、2 つの弾性体本体 4 4 a とそれらを接合するベルト 4 4 b により構成される。弾性体 4 4 は、例えばゴム等の制震効果に優れた素材を用いると好ましい。ベルト 4 4 b によって接合される部分は隙間 4 4 c となり、この隙間 4 4 c が第 2 リングギヤ 4 0 の突出部 4 0 c に位置づけられる。尚、第 2 リングギヤ 4 0 に複数の弾性体 4 4 が取り付けられた後には、矢印 4 3 で示す部分に隙間が生ずることとなる。この隙間の間にインナカバー 2 1 の凸部 2 1 h が位置するようにして、第 2 リングギヤ 4 0 がインナカバー 2 1 に装着されることになる。その場合、第 2 リングギヤ 4 0 にハンマから打撃の反力(回転方向の反力)が伝わった場合には、第 2 リングギヤ 4 0 に対して回転方向の反力が伝わるが、その反力は弾性体 4 4 を介してインナカバー 2 1 の凸部 2 1 h によって伝わる。従って、第 2 リングギヤ 4 0 に生ずる回転方向の反力に対しては弾性体 4 4 によって効果的に減衰させることができ、打撃時にインパクト工具 1 に振られにくくすることができ、使いやすいインパクト工具 1 を実現できる。

【 0 0 5 0 】

弾性体 4 4 の弾性力をどの程度に設定するかは、締め付け対象がネジかボルトか等を考慮して任意に設定すれば良い。また、弾性体 4 4 の変形によって第 2 リングギヤ 4 0 がインナカバー 2 1 に対してどの程度回転できるかも適宜設定すればよいが、角度にしては数度未満の微少角であることが望ましい。尚、窪み部 4 0 a の軸方向の厚さ d 1 と、弾性体 4 4 の軸方向の厚さ d 2 の関係を  $d 2 > d 1$  とすることも可能である。その場合、第 2 リングギヤ 4 0 に対して軸方向後方へのスラスト加重がかかっていない場合は、当接面 4 0 d がワッシャ 3 8 から浮いて弾性体 4 4 だけがワッシャ 3 8 と当接することになる。この

10

20

30

40

50

ような配置関係とすると第2リングギヤ40の軸後方への動きが減衰させることになる。

【0051】

図7は第1遊星キャリア組立体30の構造を示す図であり、その半分の斜視図とその断面を示す図である。第1遊星キャリア組立体30は、前側部材31aと後側部材32aの2ピースからなるプラネタリーキャリアと、複数の第1プラネタリーギヤ33とにより構成される。前側部材31aの前方中心部には、第2減速機構部の入力軸となる第2ピニオン35が構成される。前側部材31aと後側部材32aは、円周方向に複数箇所設けられる貫通穴31b、32bと、その貫通穴31b、32bに圧入されるロールピン34bによって固定される。本実施例では、第1プラネタリーギヤ33はニードルピン34aの両端部が保持されることによって両持ちにて保持されるので、第1プラネタリーギヤ33の  
10  
がたつきが生ずることを防止でき、スムーズに動作させることができる。この結果、インパクト工具の大幅な長寿命化を図ることができる。尚、本実施例では、第1遊星キャリア組立体30は、前側部材31aと後側部材32aの2ピースで構成されたが、一体成形とした1ピース構成としても良い。

【0052】

図8は、第2遊星キャリア組立体51の構造を示す図であり、その半分の斜視図とその断面を示す図である。第2遊星キャリア組立体51は、一体に構成される円盤状部材54を基本とし、円盤状部材54の後方側は第2プラネタリーギヤ56を保持するプラネタリーキャリアを構成し、円盤状部材54の前方側には、アンビル61の嵌合穴63aと嵌合する嵌合軸56bと、打撃爪となるハンマ53が突出する。嵌合軸56bの後方側には、  
20  
径が嵌合軸56bよりも太くなった突当部56aが形成される。突当部56aはアンビル61の後端部と当接可能であり、これによってアンビル61に対して軸方向後方へのスラスト加重が加わった際に、そのスラスト加重を第2遊星キャリア組立体51に伝達することが可能となる。

【0053】

第2プラネタリーギヤ56は、ニードルピン57によって2つの円盤部55a及び55bにより保持される。ここで、本実施例では、第2プラネタリーギヤ56はニードルピン57によって円盤部55a、55bに両持ち保持されるので、がたつきが生ずることを防止でき、スムーズに動作させることができる。この結果、インパクト工具の大幅な長寿命化を図ることができる。尚、本実施例では、第2遊星キャリア組立体51は、一体成形と  
30  
した1ピース構成としたが、第1遊星キャリア組立体30のように2ピース構成としても良い。

【0054】

次に図9、10を用いて、打撃機構50を構成する第2遊星キャリア組立体51とアンビル61の詳細構造を説明する。図9は、第2遊星キャリア組立体51とアンビル61の形状を示す斜視図であり、第2遊星キャリア組立体51は斜め前方から、アンビル61は斜め後方からのみた図である。図10は第2遊星キャリア組立体51とアンビル61の形状を示す斜視図であり、第2遊星キャリア組立体51は斜め後方から見た図であり、アンビル61は斜め前方からみた部分図である。第2遊星キャリア組立体51は、一体に構成される円盤状部材54を基本とし、円盤状部材54の対向する2箇所に軸方向前方に突出する2つのハンマ52、53が形成される。ハンマ52、53は打撃部(打撃爪)として機能し、ハンマ52の円周方向には、打撃面52aと52bが形成され、ハンマ53の円周方向には、打撃面53aと53bが形成される。打撃面52a、52b、53a、53bは、共に平面に形成されたもので、アンビル61の後述する被打撃面と良好に面接触する形成される。円盤状部材54の中心軸付近から前方に、突当部56aと嵌合軸56bが形成される。円盤状部材54の外周付近の後方側は、スラスト軸受45と当接するための円環状の当接面54aが形成される。  
40

【0055】

円盤状部材54の後方側には遊星キャリアの機能を有するように2つの円盤部55a、55bが形成され、円周方向の3箇所において円盤部55a、55bを接続する接続部5  
50

5 c が形成される。円盤部 5 5 a、5 5 b の円周方向のそれぞれ 3 箇所には、貫通穴 5 5 d、5 5 e が形成され、円盤部 5 5 a、5 5 b の間に 3 つの第 2 プラネタリーギヤ 5 6 ( 図 8 参照 ) が配置され、第 2 プラネタリーギヤ 5 6 の回転軸たるニードルピン 5 7 ( 図 8 参照 ) が貫通穴 5 5 d、5 5 e に装着される。円盤部 5 5 b の後方側中心軸付近には円形のくり貫き穴 5 5 f が形成される。くり貫き穴 5 5 f を介して第 2 ピニオン 3 5 が貫通し、第 2 プラネタリーギヤ 5 6 の第 2 プラネタリーギヤ 5 6 と噛合する。尚、第 2 遊星キャリア組立体 5 1 は、金属の一体構造にて製造すると強度的にも重量的にも好ましい。同様にアンビル 6 1 も金属の一体構造にて製造すると強度的にも重量的にも好ましい。

#### 【 0 0 5 6 】

アンビル 6 1 は、円柱形の出力軸部分 6 2 の後方に円盤部 6 3 が形成され、この円盤部 6 3 の外周方向に突出する 2 つの打撃爪 6 4、6 5 が形成される。打撃爪 6 4 の円周方向両側には被打撃面 6 4 a 及び 6 4 b が形成される。同様に打撃爪 6 5 の円周方向両側には被打撃面 6 5 a 及び 6 5 b が形成される。第 2 遊星キャリア組立体 5 1 が正回転 ( ネジ等を締め付ける回転方向 ) するときには、打撃面 5 2 a が被打撃面 6 4 a に当接し、同時に打撃面 5 3 a が被打撃面 6 5 a に当接する。また、第 2 遊星キャリア組立体 5 1 が逆回転 ( ネジ等をゆるめる回転方向 ) するときには、打撃面 5 2 b が被打撃面 6 4 b に当接し、同時に打撃面 5 3 b が被打撃面 6 5 b に当接する。この当接するタイミングが同時となるようにハンマ 5 2、5 3 及び打撃爪 6 4、6 5 の形状が決定されるので、回転する軸心を基準に対称な 2 箇所にて打撃が行われるので打撃時のバランスが良く、打撃時にインパクト工具 1 が振られにくく構成できる。

#### 【 0 0 5 7 】

図 1 1 は、ハンマ 5 2、5 3 及び打撃爪 6 4、6 5 の使用状態における一回転の動きを 6 段階で示した断面図である。断面は軸方向と垂直面であって、図 3 の A - A 部の断面である。図 1 1 においては、ハンマ 5 2、5 3 及び円盤部 5 5 a が一体に回転する部分 ( 駆動側 ) であり、打撃爪 6 4、6 5 が一体に回転する部分 ( 被駆動側 ) である。図 1 1 ( 1 ) の状態において、先端工具からうける締め付けトルクが小さいうちは、打撃爪 6 4、6 5 はハンマ 5 2、5 3 から押されることにより反時計回りに回転する。しかしながら、締め付けトルクが大きくなってハンマ 5 2、5 3 から押される力だけでは回転できなくなった場合には、ハンマ 5 2、5 3 を逆回転させるべく、モータ 3 の逆回転を開始する。( 1 ) で示す状態においてモータ 3 の反転を開始し、それによって ( 2 ) に示すようにハンマ 5 2、5 3 を矢印 5 8 a の方向に回転させる。

#### 【 0 0 5 8 】

モータ 3 が所定回転数まで逆回転したら、モータ 3 の駆動を停止する。ハンマ 5 2、5 3 は慣性によりさらに逆回転して、矢印 5 8 b に示すように図 1 1 ( 3 ) の位置 ( 逆回転の停止位置 ) に到達したら、モータ 3 に正回転方向への駆動電流を流すことにより、ハンマ 5 2、5 3 の矢印 5 9 a の方向 ( 正回転方向 ) への回転を開始する。尚、ハンマ 5 2、5 3 を逆回転させた際に、ハンマ 5 2 と打撃爪 6 5、及びハンマ 5 3 と打撃爪 6 4 が衝突しないように、所定位置において確実にハンマ 5 2、5 3 を停止させることが重要である。ハンマ 5 2、5 3 の停止位置を、打撃爪 6 4、6 5 と衝突する位置のどの程度前に設定するかは任意であるが、必要とされる締め付けトルクが大ききときは、反転角を大きくすると良い。また、停止位置は毎回同じ位置とする必要はなく、締め付け初期段階では逆回転角を小さくして、締め付けが進むにつれて逆回転角を大きく設定するように構成しても良い。このように停止位置を可変にすれば逆回転に要する時間を最小に設定できるので、短い時間で迅速に打撃動作を行うことができる。

#### 【 0 0 5 9 】

そして、図 1 1 ( 4 ) で示すようにハンマ 5 2、5 3 を矢印 5 9 b の方向に加速させて、矢印 5 9 c のように加速中の状態のまま図 1 1 ( 5 ) に示す位置にてハンマ 5 2 の打撃面 5 2 a は打撃爪 6 4 の被打撃面 6 4 a と衝突する。同時に、ハンマ 5 3 の打撃面 5 3 a は打撃爪 6 5 の被打撃面 6 5 a と衝突する。この衝突の結果、打撃爪 6 4、6 5 には強力な回転トルクが伝達され、打撃爪 6 4、6 5 は矢印 5 9 d で示す方向に回転する。図 1 1

(6)の位置は、図11(1)で示した状態から、ハンマ52、53と打撃爪64、65の双方が所定角度分だけ回転した状態であり、再び図11(1)の状態から図11(5)に至る動作を繰り返すことによって、被締付部材を適正トルクになるまで締め付けを行う。

#### 【0060】

次に、図12を用いてアンビル61からハウジング6に伝わるスラスト反力の伝達経路を説明する。図12では、各部分を概略的に表現した図である。作業者がグリップ6bを握り、インパクト工具1を前方に押しつけながら作業をすると、ハウジング6から締付部材の方向に矢印100の方向に押しつけ力が加わる。この押しつけ力の反力として、アンビル61は先端工具を介して矢印101の反力を受けることになる。矢印101の反力は、アンビル61の円盤部63からハンマの突当部56aに伝達され、矢印102のように反力が第2遊星キャリア組立体51に伝達される。第2遊星キャリア組立体51の後方側は、後方への荷重を受ける荷重受け部たるスラスト軸受45が配置されるので、スラスト軸受45を介して矢印103、104のように伝達され、第2リングギヤ40に伝達される。第2リングギヤ40の後方側は、インナカバー21の段差部にて保持されるため矢印105のようにスラスト反力がインナカバー21に伝達される。

10

#### 【0061】

インナカバー21はハウジング6の内側に配置され、しかもハウジング6から内側に突出する突起部6gにより保持されるので矢印106で示すようにスラスト反力がハウジング6に伝達される。以上のようにして、作業者がインパクト工具を締め付け材に押しつける荷重を、特定の部分で受けることが無くハウジング6全体で効果的に受けることができ、遊星歯車減速機構のベアリング等の特定部分に荷重が集中するのを防止することができ、インパクト工具の長寿命化を図ることができる。

20

#### 【0062】

尚、アンビル61も第2遊星キャリア組立体51も共に回転するために、第2遊星キャリア組立体51はスラスト反力だけでなく、ラジアル反力も受けることになる。このラジアル反力は、第2遊星キャリア組立体51から第2リングギヤ40に伝達され、第2リングギヤ40とインナカバー21の回転方向の隙間に介在される弾性体44を介して第2リングギヤ40からインナカバー21に伝達され、最終的にハウジング6に伝達される。このようにラジアル反力については、弾性体44を介してハウジング6に伝達されるので、弾性体44によってラジアル反力のピーク荷重を効果的に減衰させることができる。

30

#### 【0063】

以上のように、先端工具からの反力によってアンビル61が径方向へと力を受けた際に、ハンマ52、53を介して第1遊星キャリア51が径方向へと力を受けると、第1遊星キャリア51と連結される第2遊星キャリア30がメタル16bによって径方向の力を受けるので、しっかりと第1遊星キャリア51からの力を受けることができ、第1遊星キャリア51が傾くことが少なくなる。このため、第1ピニオン29に対して第1プラネタリーギヤ33が傾くことによる伝達ロスが小さくなる。

#### 【0064】

次に、モータ3の駆動制御系の構成と作用を図13に基づいて説明する。図13はモータ3の駆動制御系の構成を示すブロック図であり、本実施例では、モータ3は3相のブラシレスDCモータで構成される。このブラシレスDCモータは、いわゆるインナーロータ型であって、複数組(本実施例では2組)のN極とS極を含む永久磁石(マグネット)を含んで構成される回転子(ロータ)3aと、スター結線された3相の固定子巻線U、V、Wから成る固定子3bと、回転子3aの回転位置を検出するために周方向に所定の間隔毎、例えば角度60°毎に配置された3つの回転位置検出素子(ホール素子)78を有する。これら回転位置検出素子78からの位置検出信号に基づいて固定子巻線U、V、Wへの通電方向と時間が制御され、モータ3が回転する。

40

#### 【0065】

インバータ基板10上に搭載される電子素子には、3相ブリッジ形式に接続されたFE

50

Tなどの6個のスイッチング素子Q1～Q6を含む。ブリッジ接続された6個のスイッチング素子Q1～Q6の各ゲートは、制御回路基板9に搭載される制御信号出力回路73に接続され、6個のスイッチング素子Q1～Q6の各ドレインまたは各ソースは、スター結線された固定子巻線U、V、Wに接続される。これによって、6個のスイッチング素子Q1～Q6は、制御信号出力回路73から入力されたスイッチング素子駆動信号(H4、H5、H6等の駆動信号)によってスイッチング動作を行い、インバータ回路72に印加されるバッテリーパック2の直流電圧を3相(U相、V相及びW相)電圧Vu、Vv、Vwとして固定子巻線U、V、Wに電力を供給する。

【0066】

6個のスイッチング素子Q1～Q6の各ゲートを駆動するスイッチング素子駆動信号(3相信号)のうち、3個の負電源側スイッチング素子Q4、Q5、Q6をパルス幅変調信号(PWM信号)H4、H5、H6として供給し、制御回路基板9上に搭載された演算部71によって、トリガスイッチ8のトリガ操作部8aの操作量(ストローク)の検出信号に基づいてPWM信号のパルス幅(デューティ比)を変化させることによってモータ3への電力供給量を調整し、モータ3の起動/停止と回転速度を制御する。

10

【0067】

ここで、PWM信号は、インバータ回路72の正電源側スイッチング素子Q1～Q3または負電源側スイッチング素子Q4～Q6の何れか一方に供給され、スイッチング素子Q1～Q3またはスイッチング素子Q4～Q6を高速スイッチングさせることによってバッテリーパック2の直流電圧から各固定子巻線U、V、Wに供給する電力を制御する。尚、本実施例では、負電源側スイッチング素子Q4～Q6にPWM信号が供給されるため、PWM信号のパルス幅を制御することによって各固定子巻線U、V、Wに供給する電力を調整してモータ3の回転速度を制御することができる。

20

【0068】

インパクト工具1には、モータ3の回転方向を切り替えるための正逆切替レバー14が設けられ、回転方向設定回路82は正逆切替レバー14の変化を検出するごとに、モータの回転方向を切り替えて、その制御信号を演算部71に送信する。演算部71は、図示していないが、処理プログラムとデータに基づいて駆動信号を出力するための中央処理装置(CPU)、処理プログラムや制御データを記憶するためのROM、データを一時記憶するためのRAM、タイマ等を含んで構成される。

30

【0069】

制御信号出力回路73は、回転方向設定回路82と回転子位置検出回路74の出力信号に基づいて所定のスイッチング素子Q1～Q6を交互にスイッチングするための駆動信号を形成し、その駆動信号を制御信号出力回路73に出力する。これによって固定子巻線U、V、Wの所定の巻線に交互に通電し、回転子3aを設定された回転方向に回転させる。この場合、負電源側スイッチング素子Q4～Q6に印加する駆動信号は、印加電圧設定回路81の出力制御信号に基づいてPWM変調信号として出力される。モータ3に供給される電流値は、電流検出回路79によって測定され、その値が演算部71にフィードバックされることにより、設定された駆動電力となるように調整される。尚、PWM信号は正電源側スイッチング素子Q1～Q3に印加しても良い。

40

【0070】

制御回路基板9に搭載される制御部70には、アンビル61に発生する衝撃の大きさを検出する打撃衝撃検出センサ76が接続され、その出力は打撃衝撃検出回路77を介して演算部71に入力される。打撃衝撃検出センサ76としては、振動、歪、音等で反応するセンサとすることができる。また、打撃衝撃検出センサ76の出力を用いて規定トルクで締め付けが完了した際に、モータ3を自動停止させるようにしても良い。

【0071】

次に、本実施例に係るインパクト工具1の駆動方法について説明する。本実施例に係るインパクト工具1においては、アンビル61とハンマ52、53が、相対的に180度未満の回転角で回転可能なように形成される。従って、ハンマ52、53はアンビル61に

50

対して半回転以上の相対回転ができないため、その回転制御も特有のものになる。図14は、インパクト工具1の運転時のトリガ信号、インバータ回路の駆動信号、モータ3の回転速度、ハンマ52、53とアンビル61の打撃時のトルクを示す図である。各グラフにおいて横軸は時間であり、各グラフのタイミングを比較できるように横軸を合わせて記載している。

#### 【0072】

本実施例に係るインパクト工具1において、インパクトモードにおける締め付け作業の場合は、最初“連続駆動モード”で高速に締め付けを行い、必要な締め付けトルク値が大きくなったら“断続駆動モード(1)”に切り替えて締め付けを行い、必要な締め付けトルク値がさらに大きくなったら“断続駆動モード(2)”に切り替えて締め付けを行う。図14の時間 $T_1$ から $T_2$ における連続駆動モードでは、演算部71はモータ3を目標回転数に基づく制御を行う。このためモータ3は矢印95aで示す目標回転数に達するまでモータを加速させる。連続駆動モードでのアンビル61の回転は、ハンマ52、53に押されながら回転する状態である。その後、アンビル61に取り付けられた先端工具からの締め付け反力が大きくなると、アンビル61からハンマ52、53に伝わる反力が大きくなるため、矢印95bに示すようにモータ3の回転速度が徐々に落ちてくる。そこで、その回転速度の落ち込みをモータ3に供給される電流値で検出して、時間 $T_2$ で“断続駆動モード(1)”による回転駆動モードに切り替える。

#### 【0073】

断続駆動モード(1)は、モータ3を連続的に駆動するのではなく断続的に駆動するモードであり、「休止 正回転駆動」を複数回繰り返すようにモータ3をパルス状に駆動する。ここで、「パルス状に駆動する」とは、インバータ回路72に加えるゲート信号を脈動させることにより、モータ3に供給される駆動電流を脈動させ、それによってモータ3の回転数又は出力トルクを脈動させるように駆動制御することである。この脈動は、時間 $T_2$ から $T_{2_1}$ まではモータへ供給される駆動電流OFF(休止)、時間 $T_{2_1}$ から $T_3$ まではモータの駆動電流ON(駆動)、時間 $T_3$ から $T_{3_1}$ までは駆動電流OFF(休止)、時間 $T_{3_1}$ から時間 $T_4$ までは駆動電流ONというような、大きな周期(例えば数十Hz~百数十Hz程度)で駆動電流のON-OFFを繰り返すことによって発生される。尚、駆動電流ON状態の時にはモータ3の回転数制御のためにPWM制御が行われるが、そのデューティ比制御の周期(通常数キロHz)に比べると、脈動させる周期は十分小さい。

#### 【0074】

図14の例では、 $T_2$ から一定の時間モータ3への駆動電流の供給を休止して、モータ3の回転速度が矢印96aに低下した後に、演算部71(図13参照)は駆動信号93aを制御信号出力回路73に送ることによりモータ3にパルス状の駆動電流(駆動パルス)が供給され、モータ3を加速させる。尚、この加速時の制御は、必ずしもデューティ比100%で駆動という意味ではなく、100%未満のデューティ比で制御する事もありうる。次に、矢印96bの地点においてハンマ52、53がアンビル61に強く衝突することにより、矢印98aで示すように打撃トルクが発生する。アンビル61に打撃力が与えられると、再びモータ3への駆動電流の供給を所定期間休止し、モータ3の回転速度が矢印96cで示すように低下した後に、演算部71は駆動信号93bを制御信号出力回路73に送ることによりモータ3を加速させる。すると、矢印96dの地点においてハンマ52、53がアンビル61に強く衝突することにより、矢印98bで示すように打撃トルクが発生する。断続駆動モード(1)においては、上述したモータ3の「休止 正回転駆動」を繰り返す断続的な駆動が1回又は複数回繰り返されるが、より高い締め付けトルクが必要になったらその状態を検出し、断続駆動モード(2)による回転駆動モードに切り替える。高い締め付けトルクが必要になったか否かの判定は、例えば矢印98bで示す打撃力が与えられた際のモータ3の回転数(矢印96dの前後)が所定の回転数(閾値)以下になったか否かで判断することができる。

#### 【0075】

断続駆動モード(2)は、モータ3を断続的に駆動し、断続駆動モード(1)と同様にパルス状にモータ3を駆動するモードであるが、「休止 逆回転駆動 休止(停止) 正回転駆動」を複数回繰り返すように駆動する。つまり断続駆動モード(2)においては、モータ3の正回転駆動だけでなく逆回転駆動をも加わるために、ハンマ52、53をアンビル61に対して十分な相対角だけ逆回転させた後に、ハンマ52、53を正回転方向に加速させて勢いよくアンビル61に衝突させる。このようにハンマ52、53を駆動することにより、アンビル61に強い締め付けトルクを発生させるものである。

【0076】

図14の例では時間 $T_4$ で断続駆動モード(2)に切り替わると、モータ3の駆動を一時休止させて、その後負の方向の駆動信号94aを制御信号出力回路73に送ることによりモータ3を逆回転させる。正転、逆転を行う際には、制御信号出力回路73から各スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ に出力する各駆動信号(オンオフ信号)の信号パターンを切り替えることにより実現される。モータ3が所定の回転角分だけ逆回転したら(矢印97a)、モータ3の駆動を一時休止させて正回転駆動を開始する(矢印97b)。このため、正の方向の駆動信号94bを制御信号出力回路73に送る。尚、インバータ回路72を用いた回転駆動においては、駆動信号をプラス側又はマイナス側に切り替えるものではないが、図14ではどちら方向へ回転駆動するか容易に理解できるように、駆動信号を+及び-方向に分けて模式的に表現した。

【0077】

モータ3の回転速度が最大速度に達する付近で、ハンマ52、53は打撃爪64、65に衝突する(矢印97c)。この衝突により断続駆動モード(1)で発生する締め付けトルク(98a、98b)に比べて格段に大きい締め付けトルク(99a)が発生する。このように衝突が行われると矢印97cから97dに至るようにモータ3の回転数が低下する。尚、矢印99aに示す衝突を検出した瞬間にモータ3への駆動信号を停止する制御をしても良く、その場合は締め付け対象がボルトやナット等の場合は打撃後に作業者の手に伝わる反動が少なく済む。本実施例のように衝突後もモータ3に駆動電流を流すことにより作業への反力が連続駆動モードに比較して小さく、中負荷状態での作業に適している。その後、同様にして、「休止 逆回転駆動 休止(停止) 正回転駆動」を所定回数だけ繰り返すことにより強い締め付けトルクでの締め付けが行われ、時間 $T_7$ において作業者がトリガ操作を解除することによってモータ3が停止し、締め付け作業が完了する。作業の完了は作業者によるトリガ操作の解除だけでなく、打撃衝撃検出センサ76(図13参照)の出力を元に、演算部71が設定された締め付けトルクでの締め付けが完了したと判断したらモータ3の駆動を停止するように制御しても良い。

【0078】

本実施例においては締め付けトルクが少なくすむ締め付け初期段階は連続駆動モードで回転駆動し、締め付けトルクが大きくなるにつれて正転のみの断続駆動による断続駆動モード(1)で締め付けを行い、締め付けの最終段階においては、モータ3の正転及び逆転による断続駆動による断続駆動モード(2)によって強力で締め付けを行う。尚、断続駆動モード(1)と断続駆動モード(2)だけを使って駆動するように構成しても良い。また、断続駆動モード(1)を設けずに、連続駆動モードから断続駆動モード(2)に直接移行する制御も可能である。断続駆動モード(2)ではモータの正回転と逆回転を交互に行うため、締め付け速度が、連続駆動モードや断続駆動モード(1)よりも大幅に遅くなる。このように締め付け速度が急に遅くなると、周知の回転打撃機構を有するインパクト工具に比べて打撃動作に移行する際の違和感が大きくなるので、連続駆動モードから断続駆動モード(2)への移行にあたり、断続駆動モード(1)を介在させた方が操作感が自然な感じとなる。さらに、可能な限り連続駆動モードや断続駆動モード(1)で締め付けを行うことにより、締め付け作業時間の短縮化を図ることができる。

【0079】

以上説明したように、本実施例によれば相対回転角が半回転未満のハンマとアンビルを用いて、モータを連続回転、正方向のみの断続回転、正方向及び逆方向の断続回転を行う



ことによって、効率的に締付部材を締付することができる。また、ハンマとアンビルの形状をシンプルな構造にすることができたので、インパクト工具の小型化及びコストダウンが実現できる。

【0080】

次に図15を用いて発光体部12付近の構造を説明する。図13は、発光体部12付近の構造を説明するための部分断面図である。本実施例のインパクト工具1においては、ハンマケース7と発光体部12の間には、ハッチングで示した仕切り部6dが設けられる。この仕切り部6dは、ハウジング6の胴体部6aの一部として一体的に形成される。仕切り部6dの下方には、発光体部12が設置される。発光体部12は、基板66と、基板66に固定されるLEDチップ67と、基板66を保持する透明樹脂体68を有する。透明樹脂体68は、ハウジング6の胴体部6aの凹凸部(図示せず)と左右方向で係合することによってハウジング6に固定される。透明樹脂体68は、レンズを有しており、このレンズはLEDチップ67の前方に配置される。基板66には後方に延びるように2本の電力供給用のコード69aが接続される。仕切り部6dの下方であって、ハウジング6の側面にはコード69aを保持するための複数のリブ69bが形成される。

10

【0081】

発光体部12の下方には、別のハッチングで示すライト収容室壁6eが設けられる。このライト収容室壁6eは、ハウジング6の胴体部6aの一部として一体的に製造され、例えば合成樹脂の一体成形で製造されると好ましい。ライト収容室壁6eの前端部であって、透明樹脂体68のレンズの前方には窓6fが設けられ、窓6fを介してLEDチップ67から発せられる光が前方に照射される。

20

【0082】

本実施例において、インパクト工具1の発光体部12付近は上記したような構造であるため、ハンマケース7の内部に適宜塗布される図示しないグリース(潤滑油)が、仮にハンマケース7の外部へと漏れ出しても、グリースが発光体部12へと伝わりにくく、発光体部12がグリースによって汚れることを防止できる。また、インパクト動作に起因するハンマケース7の振動は、仕切り部6dを介して発光体部12に伝達されるが、本実施例では発光体部12は仕切り部6dとライト収容室壁6eに囲まれる閉空間内に配置されるため、LEDチップ67、基板66、コード69aなどが振動によって破損することを効果的に防止できる。尚、このように発光体部12を仕切り部6dとライト収容室壁6eに

30

【0083】

以上、本発明について実施例に基づき説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。例えば、本実施例ではモータとしてブラシレスDCモータを用いた例を説明したが、これに限定されず、正方向及び逆方向に駆動できる他の種類のモータであっても良い。また、アンビルとハンマの形状は任意であり、アンビルとハンマが相対的に連続回転できない(乗り越えながら回転できない)構造とし、相対的に360度未満、あるいは180度未満の所定の回転角を確保し、打撃面及び被打撃面を形成すれば他の形状のものでも良い。

40

【符号の説明】

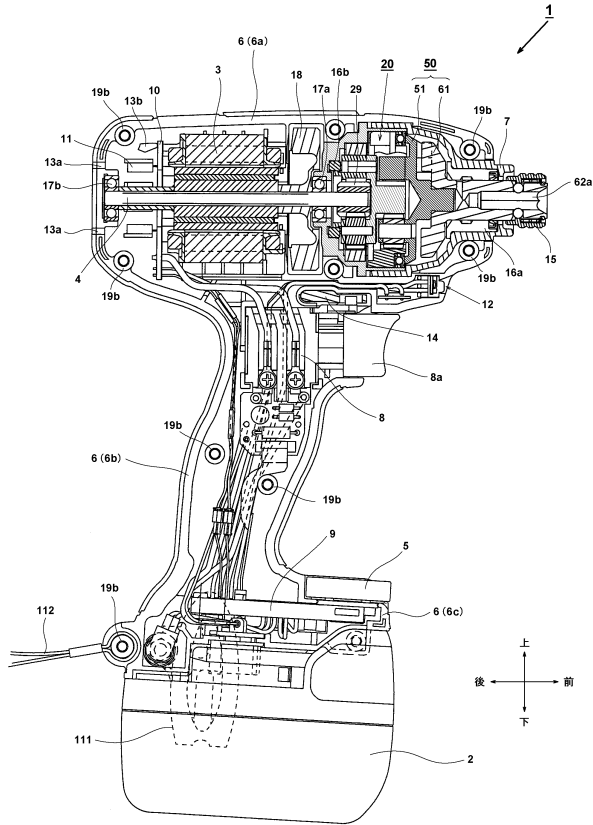
【0084】

- 1 インパクト工具            2 バッテリパック            2 a リリースボタン
- 3 モータ            3 a (モータの)回転子            3 b (モータの)固定子
- 4 (モータの)回転軸            5 ダイアルスイッチ            6 ハウジング
- 6 a (ハウジングの)胴体部            6 b (ハウジングの)グリップ部
- 6 c (ハウジングの)バッテリー保持部
- 6 d (ハウジングの)仕切り部            6 e (ハウジングの)ライト収容室壁
- 6 f (ハウジングの)窓            6 g 突起部

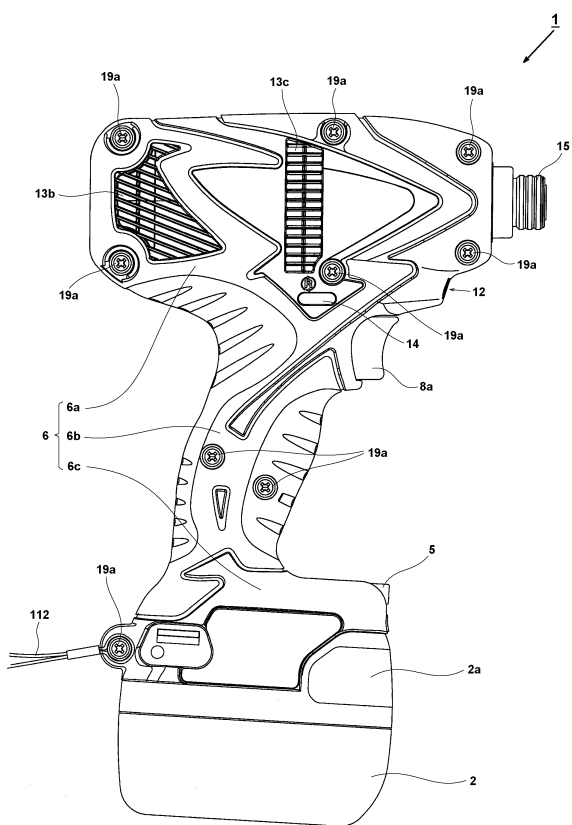
50

|           |             |           |             |           |          |    |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|----|
| 7         | ハンマケース      | 8         | トリガスイッチ     | 8 a       | トリガ操作部   |    |
| 9         | 制御回路基板      | 10        | インバータ基板     | 11        | スイッチング素子 |    |
| 12        | 発光体部        | 13 a、13 b | 空気取入口       | 13 c      | 空気排出口    |    |
| 14        | 正逆切替レバー     | 15        | スリーブ        | 15 a      | スプリング    |    |
| 15 b      | ワッシャ        | 15 c      | 止め輪         | 16 a、16 b | メタル      |    |
| 17 a、17 b | ベアリング       | 18        | 冷却ファン       |           |          |    |
| 19 a      | ネジ          | 19 b      | ネジボス        | 20        | 遊星歯車減速機構 |    |
| 21        | インナカバー      | 21 a      | 貫通穴         | 21 b      | 小径内径部    |    |
| 21 c      | 段差部         |           |             |           |          |    |
| 21 d      | 段差部         | 21 e      | 中径内径部       |           |          | 10 |
| 21 f      | 溝           |           |             |           |          |    |
| 21 g      | 段差部         | 21 h      | 凸部          | 21 i      | 大径内径部    |    |
| 22        | フランジ部       | 23 a、23 b | 突出部         | 23 c      | 空間       |    |
| 24        | ボール         |           |             |           |          |    |
| 26、27     | ワッシャ        | 28        | 第1リングギヤ     | 28 a      | 突出リブ     |    |
| 29        | 第1ピニオン      | 30        | 第1遊星キャリア組立体 |           |          |    |
| 31 a      | 円盤部         | 31 b      | 貫通穴         |           |          |    |
| 33        | 第1プラネタリーギヤ  | 34 a      | ニードルピン      | 34 b      | ロールピン    |    |
| 35        | 第2ピニオン      | 37        | ワッシャ        | 38        | 変形ワッシャ   |    |
| 38 a      | (変形ワッシャ)の凹部 | 40        | 第2リングギヤ     |           |          | 20 |
| 40 a      | 窪み部         |           |             |           |          |    |
| 40 b      | 壁部          | 40 c      | 突出部         |           |          |    |
| 40 d      | 後端面         | 40 d      | 当接面         |           |          |    |
| 41        | ギヤ部         | 44        | 弾性体         | 44 a      | 弾性体本体    |    |
| 44 b      | ベルト         | 44 c      | 隙間          | 45        | スラスト軸受   |    |
| 46        | 軌道ワッシャ      | 47        | 穴あきワッシャ     | 48        | 穴        |    |
| 49        | 軌道ワッシャ      | 50        | 打撃機構        |           |          |    |
| 51        | 第2遊星キャリア組立体 | 52、53     | ハンマ         |           |          |    |
| 52 a、52 b | 打撃面         | 53 a、53 b | 打撃面         |           |          |    |
| 54        | 円盤状部材       | 54 a      | 当接面         | 55 a、55 b | 円盤部      | 30 |
| 55 c      | 接続部         |           |             |           |          |    |
| 55 d、55 e | 貫通穴         | 55 f      | くり貫き穴       |           |          |    |
| 56        | 第2プラネタリーギヤ  | 56 a      | 突当部         | 56 b      | 嵌合軸      |    |
| 57        | ニードルピン      | 61        | アンビル        | 62        | 出力軸部分    |    |
| 62 a      | 装着穴         | 63        | 円盤部         | 63 a      | 嵌合穴      |    |
| 64        | 打撃爪         | 64 a、64 b | 被打撃面        |           |          |    |
| 65        | 打撃爪         | 65 a、65 b | 被打撃面        |           |          |    |
| 66        | 基板          | 67        | LEDチップ      | 68        | 透明樹脂体    |    |
| 69 a      | コード         | 69 b      | コード押さえリブ    | 70        | 制御部      |    |
| 71        | 演算部         | 72        | インバータ回路     | 73        | 制御信号出力回路 | 40 |
| 74        | 回転子位置検出回路   | 75        | 回転数検出回路     |           |          |    |
| 76        | 打撃衝撃検出センサ   | 77        | 打撃衝撃検出回路    |           |          |    |
| 78        | 回転位置検出素子    | 79        | 電流検出回路      |           |          |    |
| 80        | スイッチ操作検出回路  | 81        | 印加電圧設定回路    |           |          |    |
| 82        | 回転方向設定回路    | 111       | ベルトフック      | 112       | ストラップ    |    |

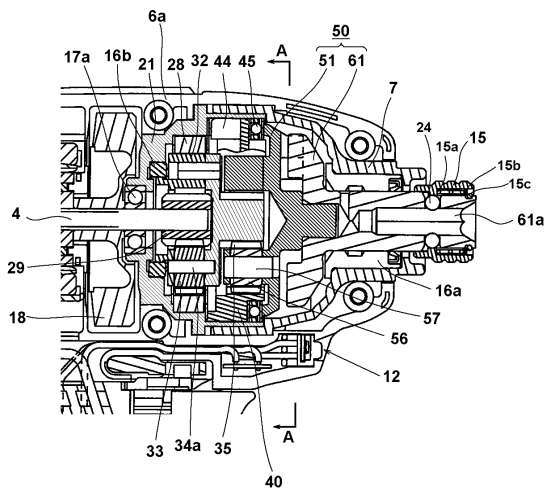
【図1】



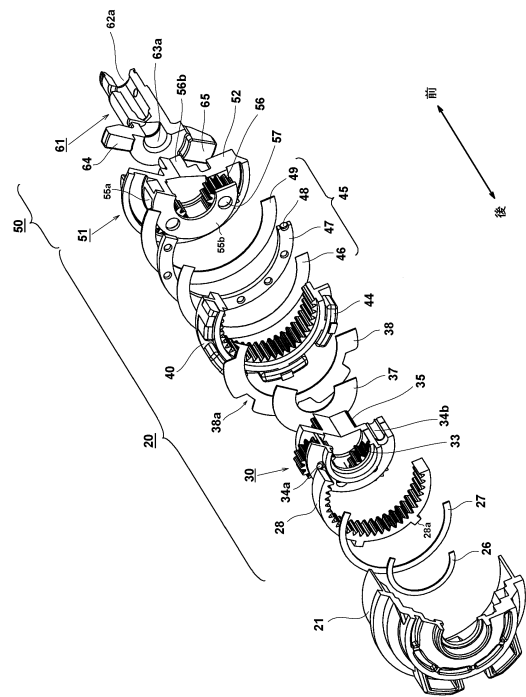
【図2】



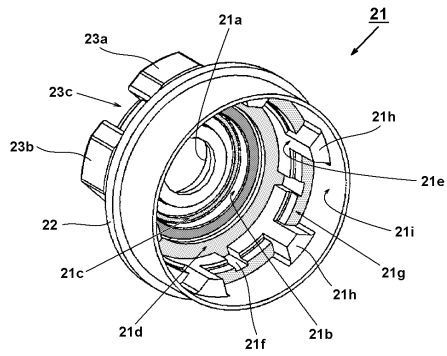
【図3】



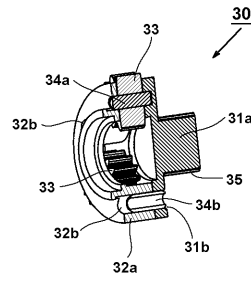
【図4】



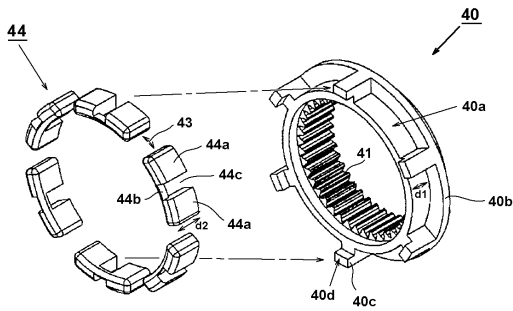
【 図 5 】



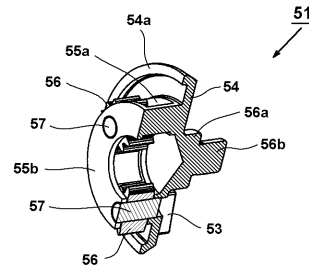
【 図 7 】



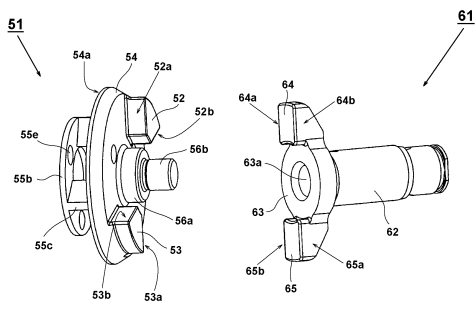
【 図 6 】



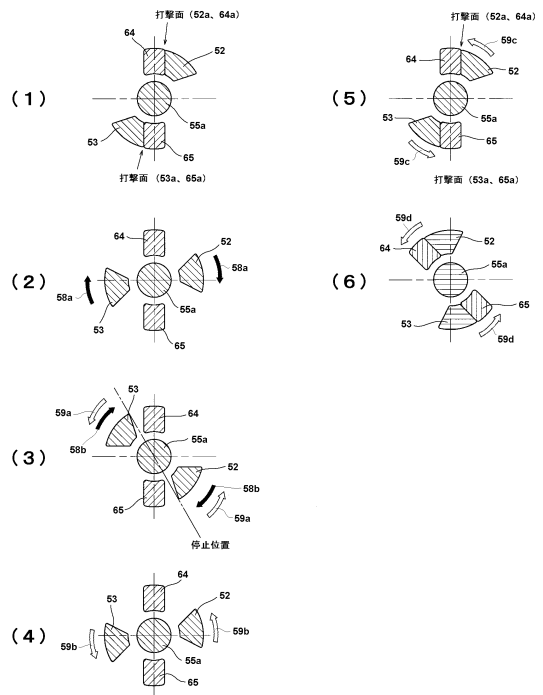
【 図 8 】



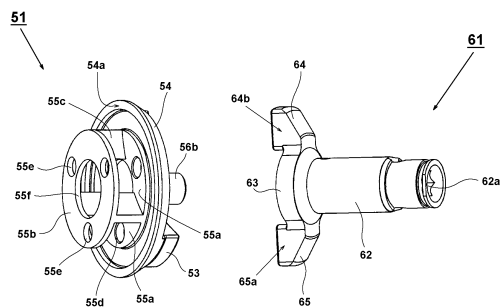
【 図 9 】



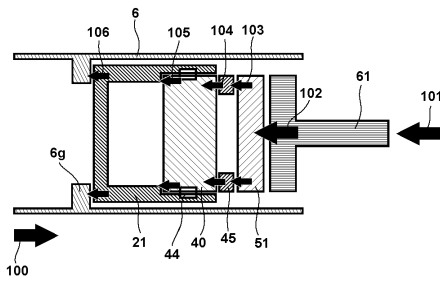
【 図 1 1 】



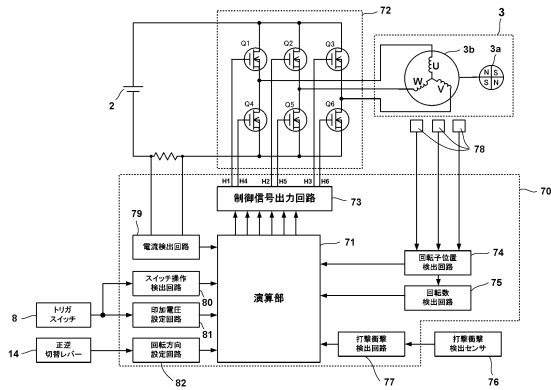
【 図 1 0 】



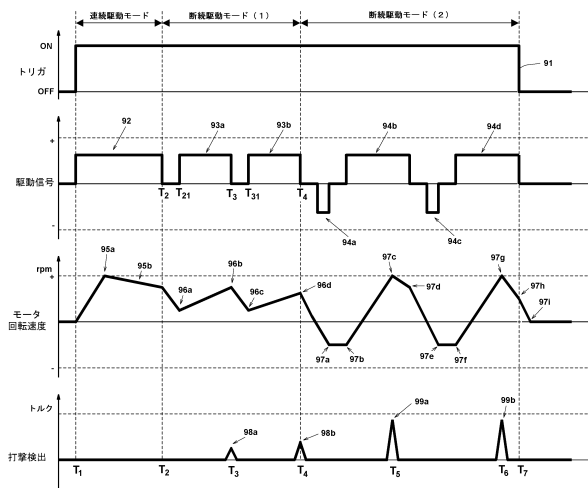
【図12】



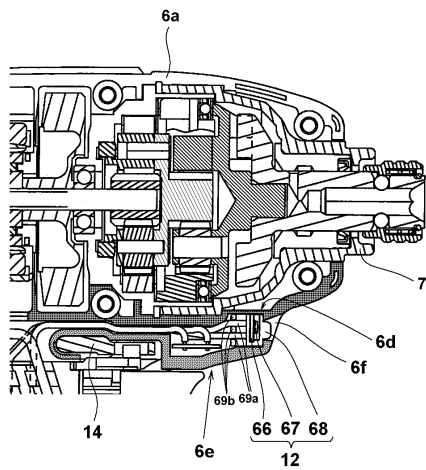
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-123080(JP,A)  
特開2005-305578(JP,A)  
特開2003-181774(JP,A)  
特開2008-080485(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25B 21/02  
B25B 21/00