

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6801817号
(P6801817)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月30日(2020.11.30)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 B 21/02 (2006.01) B 2 5 B 21/02 G

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2020-502869 (P2020-502869)	(73) 特許権者	000005094
(86) (22) 出願日	平成31年1月25日(2019.1.25)		工機ホールディングス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/002481		東京都港区港南二丁目15番1号
(87) 国際公開番号	W02019/167498	(74) 代理人	110001689
(87) 国際公開日	令和1年9月6日(2019.9.6)		青稜特許業務法人
審査請求日	令和2年2月21日(2020.2.21)	(72) 発明者	平野 大
(31) 優先権主張番号	特願2018-34043 (P2018-34043)		茨城県ひたちなか市武田1060番地
(32) 優先日	平成30年2月28日(2018.2.28)	(72) 発明者	村上 卓宏
(33) 優先権主張国・地域又は機関			茨城県ひたちなか市武田1060番地
	日本国(JP)	審査官	須中 栄治
(31) 優先権主張番号	特願2018-194232 (P2018-194232)		
(32) 優先日	平成30年10月15日(2018.10.15)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関			
	日本国(JP)		

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、

前記モータによって回転方向に駆動されるスピンドルであって、スピンドル軸部と、前記スピンドル軸部に設けられたスピンドルカム溝とを有するスピンドルと、

前記スピンドルに対して所定の範囲内で前記スピンドル軸部の軸方向及び回転方向に相対的に移動可能に構成されたハンマであって、前記スピンドル軸部に対して軸方向及び回転方向に相対的に移動可能に構成された第1の筒状部分と、前記スピンドルカム溝に対してカムボールを介して軸方向に相対的に移動可能に構成されたハンマカム溝と、前記第1の筒状部分の径方向外側に設けられた第2の筒状部分とを有し、スプリングによって前方に付勢されるハンマと、

前記ハンマの前方において回転可能に設けられ、前記ハンマが前方に移動しながら回転したときに前記ハンマによって回転方向に打撃されるアンビルと、

前記モータ、スピンドル、ハンマ及びアンビルを収容するハウジングと、を備えたインパクト工具において、

前記スピンドル軸部と前記第1の筒状部分によって前記ハンマの前記スピンドルに対する径方向の移動を規制する第1の規制部が構成され、前記スピンドルカム溝、前記カムボール及び前記ハンマカム溝によって前記ハンマの前記スピンドルに対する軸方向の移動を規制する第2の規制部が構成され、前記第1及び第2の規制部とは別に前記ハンマの前記スピンドルに対する傾きを規制する第3の規制部を設け、

10

20

前記スピンドルカム溝の軸方向の前後方向に占める範囲は、前記第3の規制部の軸方向の移動範囲又は前記第3の規制部の配置範囲とオーバーラップすることを特徴とするインパクト工具。

【請求項2】

前記第3の規制部は、前記スピンドルと前記ハンマとの間に設けられるか、又は前記ハウジングと前記ハンマの間に設けら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】

前記第3の規制部は転動部材又は前記ハンマよりも摺動抵抗の小さい摺動部材であることを特徴とする請求項1又は2に記載のインパクト工具。

10

【請求項4】

前記第3の規制部は、前記ハンマの外周面を支持するよう前記ハンマの外周面に接触することを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のインパクト工具。

【請求項5】

前記第3の規制部を前記ハンマの外周と前記ハウジングの内壁の間に配置したことを特徴とする請求項1又は2に記載のインパクト工具。

【請求項6】

前記ハウジングには突き当て面を形成し、前記突き当て面に前記第3の規制部を突き当てるように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。

【請求項7】

20

前記第3の規制部は、前記ハンマとは別の部材であり、前記ハンマの内周面に設けられ前記スピンドルと接触する転動部材又は摺動部材であることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載のインパクト工具。

【請求項8】

前記スピンドルカム溝と、前記ハンマカム溝は、それぞれ1つずつ、又は、2つずつ設けられ、前記スピンドルカム溝に、前記スピンドルカム溝の数と同じ数のカムボールが配置されることを特徴とする請求項4から7のいずれか一項に記載のインパクト工具。

【請求項9】

前記スピンドルカム溝及び前記カムボールはそれぞれ1つのみ設けられていることを特徴とする請求項8に記載のインパクト工具。

30

【請求項10】

前記スピンドルカム溝の後端を構成する一方の円弧を形成する円の中心点から他方の円弧を形成する円の中心点までの間が、円周方向で180度を超えるように前記スピンドルカム溝が延びることを特徴とする請求項8又は9に記載のインパクト工具。

【請求項11】

前記スピンドルと前記ハンマの摺動部であって前記スピンドルカム溝の前記一方の後端と前記他方の後端に挟まれる部分に壁部を形成したことを特徴とする請求項10に記載のインパクト工具。

【請求項12】

前記第3の規制部を、前記ハンマの内周側であって前記ハンマカム溝よりも後方側、又は、前記ハンマの外周側であって前記第3の規制部の軸方向中心位置が前記ハンマの可動範囲の軸方向中心位置よりも後方側になるように設けたことを特徴とする請求項11に記載のインパクト工具。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハンマを用いてアンビルを打撃しながらアンビルを所定回転に回転させるインパクト工具に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

モータの回転力をハンマに伝達して、ハンマを用いてアンビルに回転方向の打撃力を加えるインパクト工具が知られており、その一例として特許文献 1 の技術が知られている。インパクト工具は、木材へのねじ部材の締め付けや、コンクリートにボルトを固定する作業、及び、ねじ部材やボルトを緩める作業等に広く用いられている。インパクト工具のトリガスイッチのレバーを引くと、モータが駆動されて、減速機構を介してスピンドルを回転させる。スピンドルが回転すると、ハンマスプリングとカムボールによりスピンドルに連結されているハンマが回転する。ハンマが回転すると、ハンマの打撃爪とアンビルの羽根部を介して回転力が伝達されてアンビルが回転する。アンビルの軸方向の先端には先端工具の装着孔が形成されており、装着孔に装着された六角ビット等の先端工具を介して、ねじやボルトの締め付けを行うことができる。

10

【 0 0 0 3 】

ここで従来のインパクト工具の構成を図 2 2 を用いて説明する。インパクト工具 2 0 1 のハウジングは、本体ハウジング 2 0 2 とそれに設けられるハンマケース 2 0 3 によって構成される。インパクト工具 2 0 1 は、充電可能な電池パック 1 0 を電源とし、モータ 4 を駆動源として回転打撃機構を駆動する。出力軸であるアンビル 2 6 0 には、打撃機構から回転力と打撃力が与えられ、ビット保持部 7 0 に形成された装着孔 2 6 1 a に保持されるドライバビット等の図示しない先端工具に、回転打撃力が連続的に又は間欠的に伝達され、ねじ締めやボルト締め等の作業が行なわれる。

20

【 0 0 0 4 】

モータ 4 は、側面視で略 T 字状の形状を成す本体ハウジング 2 0 2 の筒状の胴体部 2 0 2 a 内に収容される。モータ 4 の回転軸 4 a は、その軸線 A 1 が胴体部 2 0 2 a の長手方向に伸びるように配置される。モータ 4 の前方側の回転軸 4 a には冷却ファン 1 3 が設けられ、モータ 4 と同期して回転する。冷却ファン 1 3 の回転によって本体ハウジング 2 0 2 の後方の吸気口 2 1 7 a、2 1 7 b 等から外気が吸引されて、外気はモータ 4 を冷却した後、冷却ファン 1 3 の周囲に形成された排気口 2 1 7 c 等から外部に排出される。

【 0 0 0 5 】

胴体部 2 0 2 a から略直角に一体に延びるハンドル部 2 0 2 b 内の上部にはトリガスイッチ 6 が配設され、トリガスイッチ 6 から本体ハウジング 2 0 2 の前方側には操作レバーたるトリガ 6 a が露出する。またトリガスイッチ 6 の上方には、モータ 4 の回転方向を切り替えるための正逆切替レバー 7 が設けられる。ハンドル部 2 0 2 b 内の下部は、電池パック 1 0 を取り付けのために拡径部 2 0 2 c が形成される。拡径部 2 0 2 c はハンドル部 2 0 2 b の長手方向中心軸から径方向（直交方向）に広がるように形成された部分で、拡径部 2 0 2 c の下側に電池パック 1 0 が装着される。電池パック 1 0 は例えばリチウムイオン電池等の複数本の二次電池をパック化したもので、電池パック 1 0 を充電するときは、ラッチボタン 1 1 を押し込みながら電池パック 1 0 をインパクト工具 2 0 1 から取り外して、図示しない専用の充電器に装着する。

30

【 0 0 0 6 】

回転打撃機構は、遊星歯車減速機構 2 2 0 とスピンドル 2 3 0 とハンマ 2 4 0 とアンビル 2 6 0 を備え、後端が軸受 2 1 9 b、前端がニードルベアリング 2 1 9 a により保持される。トリガ 6 a が引かれてモータ 4 が起動されると、正逆切替レバー 7 で設定された方向にモータ 4 が回転を始め、その回転力は遊星歯車減速機構 2 2 0 によって減速されてスピンドル 2 3 0 に伝達され、スピンドル 2 3 0 が所定の速度で回転駆動される。ここで、スピンドル 2 3 0 とハンマ 2 4 0 とはカム機構によって連結され、このカム機構は、スピンドル 2 3 0 の外周面に形成された V 字状の 2 つのスピンドルカム溝 2 3 3、2 3 4 と、ハンマ 2 4 0 の内周面に形成された 2 つのハンマカム溝と、これらのカム溝に係合するカムボール 2 5 1、2 5 2 によって構成される。

40

【 0 0 0 7 】

図 2 3 は従来のインパクト工具 2 0 1 の打撃部の断面図であって、(1) はハンマ 2 4 0 が通常位置にある状態を示す。ハンマ 2 4 0 は、ハンマスプリング 2 5 4 によって常に

50

前方に付勢されており、静止時にはカムボール 251、252 とハンマカム溝 244、245 との係合によってハンマ 240 は前方側位置にある。この位置はハンマ 240 の打撃爪 246a、246b がアンビル 260 の被打撃爪（図示せず）と軸線 A1 方向に重なる位置にある。スピンドル 230 が回転駆動されると、その回転はカム機構を介してハンマ 240 に伝達され、ハンマ 240 が半回転しないうちにハンマ 240 の打撃爪 246a、246b がアンビル 260 の被打撃爪 263a、263b（図 22 参照）に係合する。インパクト工具 201 の締め付け開始から当分の間はハンマ 240 とアンビル 260 が同期して回転する（連続回転）。その後、締め付けの進行に応じて徐々に先端工具から伝わる反トルクが高くなって、この反トルクがハンマスプリング 254 のバネ圧を上回ると、ハンマ 240 はスピンドルカム溝 233、234 とハンマカム溝 244、245 の形状に沿ってハンマスプリング 254 を圧縮しながら後方側（モータ側）に徐々に後退する。図 23（1）の状態からハンマ 240 が矢印 249 のように後退すると、ハンマ 240 の打撃爪とアンビル 260 の被打撃爪の前後方向の接触長さが小さくなって、最後には図 23（2）に示すような接触長さが 0 の位置まで来る。ハンマ 240 の打撃爪 246a、246b とアンビル 260 の被打撃爪 263b（図 22 参照）、263a の前後方向の接触長さが 0 mm となった時、回転方向に対するハンマ 240 のアンビル 260 に対する係合が離脱することになる。この離脱する直前にハンマ 240 とアンビル 260 間に作用するトルクの大きさが、ハンマ 240 とアンビル 260 とが離脱する際の“離脱トルク T_B ”である。

10

【0008】

20

先端工具から伝わる反力が離脱トルク T_B を越えると、ハンマ 240 の後退動によってハンマ 240 の打撃爪 246a、246b がアンビル 260 の被打撃爪（図示せず）を乗り越えて回転し、ハンマ 240 はハンマスプリング 254 の圧縮力で、前方側に押し出されながら回転方向に見てアンビル 260 の次の被打撃爪と係合（又は衝突）することになる。この際、ハンマ 240 は、スピンドル 230 の回転力に加え、ハンマスプリング 254 に蓄積されていた弾性エネルギーとカム機構の作用によって回転方向及び前方に急速に加速されつつ、ハンマスプリング 254 の付勢力によって前方へ移動し、打撃爪 246a、246b がアンビル 260 の被打撃爪 263a、263b（図 22 参照）に再び係合して一体に回転し始める。このとき、強力な回転打撃力がアンビル 260 に加えられるため、アンビル 260 の装着孔 261a（図 22 参照）に装着される図示しない先端工具を介してネジに回転打撃力が伝達される。以後、同様の動作が繰り返され、締め付け対象の締め付けが完了するまで、離脱、係合の動作を繰り返す（打撃動作）。締め付け対象が締め付けられるにつれて、締め付け対象から受ける反トルクが徐々に高くなるため、ハンマ 240 の後退量も増加する。これは、締め付け対象に生じる反トルクの増加に伴い、ハンマ 240 とアンビル 260 間に発生する反発率が高くなるためである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2017-035772 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

近年、インパクト工具の高トルク化が図られており、締め付けトルク 150 N・m 以上の製品が市販されている。インパクト工具において締め付けトルクを高めるためには、通常ではハンマ 240 をアンビル 260 側に付勢するハンマスプリング 254 のばね定数を高く設定する。しかしながら、ハンマスプリング 254 のばね定数を高めて高出力化を図ると離脱トルク T_B が高くなってしまうため、連続回転動作から打撃動作に移行するタイミングが遅くなり、インパクト工具 201 に作用する反トルクが大きくなって作業者が片手でインパクト工具を把持したままねじ締め作業を行うことが困難となる。また、高い締め付けトルクを必要とされない柔らかい木材等へのねじ締め等の場合、スプリングのばね定

50

数を高めたインパクト工具ではねじ締め作業中に離脱トルクに到達しないことがあり、なかなか打撃動作が行われれないという問題が生ずる。打撃動作が行われないと、ネジの十字溝から先端工具のネジ山が浮きやすく、六角ビットが外れて弾かれたり、その場で空転してネジ頭が痛んでしまう虞が高くなる。このように、離脱トルク T_B が高すぎるとインパクト工具の“打撃”という特徴を生かせないことになり、特にカムアウトを防ぐ効果が得られない。一方、従来のスピンドル230で左右対称の2つのカム溝を設けた構成では、打撃トルクを大きくするためにハンマ240の後退量、即ちハンマバック量を稼ぐためにスピンドルカム溝233、234の溝長を伸ばそうとすると、2つのスピンドルカム溝233、234の両端部が接触してしまうため、ハンマバック量を十分に稼ぐことができなかった。また、スピンドルカム溝233、234の後退角（カムリード角）を大きくこと
10
によってハンマ240の後退量を稼ぐことも可能であるが、その場合は、離脱トルク T_B がさらに大きくなる。また、インパクト工具においては、ハンマとスピンドルの間の隙間が大きい場合に、ハンマのガタツキが大きくなり、ハンマが打撃中に傾いて、安定した打撃が行われなくなる虞がある。安定した打撃が行われれない場合は、ハンマとスピンドルが早期に摩耗し、寿命が短くなる虞がある。

【0011】

本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、本発明の目的は、ハンマとアンビルの離脱トルク T_B の上昇を抑えつつ、回転方向への打撃力を高くすることができるインパクト工具を提供することにある。本発明の他の目的は、高出力を達成すると共に、連続回転時から打撃開始への移行時の操作フィーリングを良くした、片手で把持しながら作業のしやすい
20
インパクト工具を提供することにある。本発明の更に他の目的は、ハンマ打撃爪がアンビルの次の被打撃爪を飛ばして、次の次の被打撃爪、又は、次の次の次の被打撃爪を打撃可能にして、ハンマスプリングのバネ定数を上昇させることなく、十分大きな締め付けトルクを実現可能としたインパクト工具を提供することにある。本発明の更に他の目的は、スピンドルに対するハンマの傾きを規制するようにしたインパクト工具を提供することにある。本発明の更に他の目的は、ハンマの外側に支持部材を設けることで、ハンマやスピンドルの全長が長くなることを防止して、ハウジングの大型化を防止すると共に、グリス漏れの虞を大幅に低下させた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】

【0012】

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。本発明の一つの特徴によれば、モータと、前記モータによって回転方向に駆動されるスピンドルであって、スピンドル軸部と、前記スピンドル軸部に設けられたスピンドルカム溝とを有するスピンドルと、前記スピンドルに対して所定の範囲内で前記スピンドル軸部の軸方向及び回転方向に相対的に移動可能に構成されたハンマであって、前記スピンドル軸部に対して軸方向及び回転方向に相対的に移動可能に構成された第1の筒状部分と、前記スピンドルカム溝に対してカムボールを介して軸方向に相対的に移動可能に構成されたハンマカム溝と、前記第1の筒状部分の径方向外側に設けられた第2の筒状部分とを有し、スプリングによって前方に付勢されるハンマと、前記ハンマの前方において回転可能に設けられ、前記ハンマが前方に移動しながら回転したときに前記ハンマによって回転方向に打撃されるアンビルと、前記モータ、スピンドル、ハンマ及びアンビルを収容するハウジングと、を備えたインパクト工具において、前記スピンドル軸部と前記第1の筒状部分によって前記ハンマの前記スピンドルに対する径方向の移動を規制する第1の規制部が構成され、前記スピンドルカム溝、前記カムボール及び前記ハンマカム溝によって前記ハンマの前記スピンドルに対する軸方向の移動を規制する第2の規制部が構成され、前記第1及び第2の規制部とは別に前記ハンマの前記スピンドルに対する傾きを規制する第3の規制部を設けた。前記第3の規制部は、前記スピンドルと前記ハンマとの間に設けられるか、又は前記ハウジングと前記ハンマの間に設けられる。前記第3の規制部は転動部材又は前記ハンマよりも撓動抵抗の小さい撓動部材である。前記第3の規制部は、前記ハンマの外周面を支持するよう前記ハンマの外周面に接触する。前記第3の規制部を前記ハンマの外周
40
50

と前記ハウジングの内壁の間に配置した。前記ハウジングには突き当て面を形成し、前記突き当て面に前記第3の規制部を突き当てるようにした。

【0013】

本発明の他の特徴によれば、前記第3の規制部は、前記ハンマとは別の部材であり、前記ハンマの内周面に設けられ前記スピンドルと接触する転動部材又は摺動部材である。前記スピンドルカム溝と、前記ハンマカム溝は、それぞれ1つずつ、又は、2つずつ設けられ、前記スピンドルカム溝に、前記スピンドルカム溝の数と同じ数のカムボールが配置される。前記スピンドルカム溝及び前記カムボールはそれぞれ1つのみ設けられている。前記スピンドルカム溝の後端を構成する一方の円弧を形成する円の中心点から他方の円弧を形成する円の中心点までの間が、円周方向で180度を超えるように前記スピンドルカム溝が延びる。前記スピンドルと前記ハンマの摺動部であって前記スピンドルカム溝の前記一方の後端と前記他方の後端に挟まれる部分に壁部を形成した。

10

【0014】

本発明の他の特徴によれば、前記スピンドルカム溝の軸方向の前後方向に占める範囲は、前記支持部材の軸方向の移動範囲又は前記支持部材の配置範囲とオーバーラップする。前記支持部材を、前記ハンマの内周側であって前記ハンマカム溝よりも後方側、又は、前記ハンマの外周側であって前記支持部材の軸方向中心位置が前記ハンマの可動範囲の軸方向中心位置よりも後方側になるように設けた。

【0015】

本発明の他の特徴によれば、モータと、前記モータによって回転方向に駆動されるスピンドルと、前記スピンドルに対して所定の範囲内で軸方向及び回転方向に相対的に移動可能であってカム機構とスプリングによって前方に付勢されるハンマと、前記ハンマの前方において回転可能に設けられ、前記ハンマが前方に移動しながら回転したときに前記ハンマによって打撃されるアンビルと、を備えたインパクト工具において、前記カム機構は、前記スピンドルに設けられ、一方の後端から前端を経て他方の後端へと1つなりに延びるスピンドルカム溝と、前記ハンマの内周側に形成されたハンマカム溝と、前記スピンドルカム溝及び前記ハンマカム溝に配置されたカムボールと、を含み、前記スピンドルカム溝は、前記スピンドルカム溝の後端を構成する円弧を形成する円の中心の一方の中心から他方の中心までの間が円周方向で180度を超えて延びる、又は、1つのみ設けられている。前記カム機構とは別に前記ハンマの径方向を支持する支持部材を、前記ハンマとは別に設けた。

20

30

【0016】

本発明の他の特徴によれば、インパクト工具において、カム機構は、スピンドルに設けられ、一方の後端から前端を経て他方の後端へと1つなりに延びるスピンドルカム溝と、ハンマの内周側に形成されたハンマカム溝と、スピンドルカム溝及びハンマカム溝に配置されたカムボールを含み、スピンドルにはスピンドルカム溝が1つのみ設けるようにした。スピンドルの外周面とハンマの内周面の間には、ベアリング等の転動部材、又は、メタルやリング等の摺動部材を設けるようにした。

【0017】

本発明の他の特徴によれば、ハンマとアンビルの爪同士を順次打撃する低速動作モードと、1つずつ飛ばしながら打撃を行う中速動作モードと、2つずつ飛ばしながら打撃を行う高速動作モードを設けたので、打撃時の良好な操作フィーリングを維持しながら低出力状態から高出力状態までを広範に実現できた。特に、締め付けトルクが上昇しているのに対して離脱トルクは従来と同等のままなので、従来の製品と同様に片手で高出力のねじ締め作業が可能となる。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、スピンドルのカム溝を1つとすることで、スピンドルの径を太くすることなくカム溝の距離を十分稼ぐことが可能となり、ハンマの後退量（ハンマバック量）を稼ぐことが可能となる。また、別の本発明によれば、ハンマとスピンドルの収容部又はハ

50

ンマとハウジングの間にハンマのスピンドルに対する傾きを規制する規制部を設けたことで、ハンマとスピンドルの収容部又はハンマとハウジングの間の隙間を減らすことができるため、スピンドルに対するハンマの傾きを防止してスピンドルのガタツキを十分に抑制することが可能となり、ハンマの摺動特性及び耐久性を大きく向上させることができる。より具体的には、従来のインパクト工具では２つのカムボールにより、ハンマをスピンドルに２点支持することでハンマのスピンドルに対するガタツキを防止していたが、本発明ではカムボールを一つとすると共に、ハンマとスピンドルの収容部又はハンマとハンマケースの間にニードルベアリング等の転動部材を設けたので、スピンドルがスチールボールと転動部材による多点支持となり、ハンマの摺動特性を大幅に向上させることが可能になった。この結果、スピンドルに対するハンマの傾きを防止してスピンドルのガタツキの十分な抑制が可能となり、耐久性も大きく向上した。特に、ハンマのガタツキを抑制する支持部材（摺動部材又は転動部材）をハンマの外側に設けるようにすれば、インパクト工具の胴体部の全長（ハンマやスピンドルの全長）の短縮が図れ、しかもハンマケース内からのグリス漏れを大幅に抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【００１９】

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

【図２】図１の打撃部及び被打撃部の展開斜視図である。

【図３】図１のインパクト工具１の打撃部の断面図である。

【図４】図２のスピンドル３０とハンマ４０の組立体の正面図である

20

【図５】図１のインパクト工具１の打撃部の断面図であって、（１）はハンマ４０が通常位置にある状態を示し、（２）はハンマ４０が後退時の状態を示す。

【図６】図１のハンマ４０に設けられるニードルベアリング５６付近の部分拡大断面図である。

【図７】図１のスピンドル３０単体を示す図であり、（１）上面図であり、（２）は底面図である。

【図８】スピンドルのカム溝の形状を示す展開図であり、（１）は従来のスピンドルカム溝２３３、２３４を示し、（２）は本実施例のスピンドルカム溝３３を示す。

【図９】本発明の実施例に係るインパクト工具１における打撃エネルギー E と離脱トルク T_B の関係を示す図である。

30

【図１０】従来のインパクト工具２０１と本実施例に係るインパクト工具１における打撃機構の数値を示す比較表である。

【図１１】本発明の実施例に係るインパクト工具１におけるハンマ４０、アンビル６０による打撃状態を示す図であって、（１）は連続打撃時であり、（２）は一つ飛ばし打撃時の状態であり、（３）は二つ飛ばし打撃時の状態である。

【図１２】本発明の実施例の変形例に係るスピンドルのカム溝形状を示す図である。

【図１３】本発明の実施例の変形例を示す図であり、ニードルベアリング５６に代えて、（１）は焼結メタル８５を用いた例であり、（２）はＯリング８６を用いた例を示す図である。

【図１４】本発明の実施例の変形例に係るハンマ４０Ｄの正面図である。

40

【図１５】本発明の第二の実施例に係るインパクト工具１０１の内部構造を示す縦断面図である。

【図１６】図１５のハンマ１４０の後退時の状態を示す部分縦断面図である。

【図１７】図１５のインパクト工具１０１の打撃部付近の縦断面図であって、（１）はハンマ１４０が通常位置にある状態を示し、（２）はハンマ１４０が後退時の状態を示す。

【図１８】本発明の第二の実施例の第一変形例に係るインパクト工具１０１Ａの部分縦断面図であって、（１）はハンマ１４０が通常位置にある状態を示し、（２）はハンマ１４０が後退時の状態を示す。

【図１９】本発明の第二の実施例の第二変形例に係るインパクト工具１０１Ｂの部分縦断面図であり、ハンマ１４０が通常位置にある状態を示す。

50

【図 20】図 19 の打撃部及び被打撃部の展開斜視図である。

【図 21】本発明の第二の実施例の第三変形例に係るインパクト工具 101C の部分縦断面図である。

【図 22】従来のインパクト工具 201 の内部構造を示す縦断面図である。

【図 23】従来のインパクト工具 201 の打撃部の断面図であって、(1) はハンマ 240 が通常位置にある状態を示し、(2) はハンマ 240 が後退時の状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【0020】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。尚、以下の図において、同一の部分には同一の符号を付し、繰り返しの説明は省略する。また、本明細書においては、前後、上下の方向は図中に示す方向であるとして説明する。

【0021】

図 1 は本発明の実施例に係るインパクト工具 1 の内部構造を示す縦断面図である。基本的な構成は、図 22 で示した従来のインパクト工具 201 と同じであり、ここではスピンドル 30 とハンマ 40 の構成や形状が異なり、それらの形状変更に合わせて、ハンマケース 3 等の寸法をやや修正し、ハンマスプリング 54 等の特性を変更したものである。インパクト工具 1 のハウジングは、本体ハウジング 2 (2a ~ 2c) とそれに設けられるハンマケース 3 によって構成される。ハンマケース 3 の先端には、弾力性のある素材でできた弾性カバー 5 が設けられる。モータ 4 はユニバーサルモータであって、その回転軸 4a は、減速機構 20 及びスピンドル 30 の軸線 A1 と同軸上に配置される。尚、本発明ではモータ 4 の種類は問われずに、インバータ回路を用いてブラシレス DC モータを駆動するもの、その他の電気モータや任意の駆動源によって駆動するようにしても良い。モータ 4 の回転軸 4a は前端側と後端側にて 2 つのボールベアリングによる軸受 18a、18b によって軸支される。ハンマケース 3 は、減速機構 20 と打撃機構 (スピンドル 30、ハンマ 40 等) と被打撃機構 (アンビル 60) を収容するための先細り形状の円筒状の金属製のケースであって、それらの回転中心が軸線 A1 に並ぶように配置する。モータ 4 の回転軸 4a は、その軸線 A1 が胴体部 2a の長手方向に伸びるように配置される。アンビル 60 の先端には断面形状が六角形の装着孔 61a が形成され、ワンタッチ装着式のビット保持部 70 により先端工具が保持される。アンビル 60 は被打撃部たる羽根部 63 と出力軸部 61 を一体に形成したもので、出力軸部 61 には装着される先端工具を保持するための 2 つのスチールボール 69 が設けられる。

【0022】

モータ 4 の回転駆動力は、回転軸 4a から減速機構 20 を介して打撃機構に伝達される。減速機構 20 はモータ 4 の出力をスピンドル 30 に伝達するものであり、ここでは、遊星歯車を用いた減速機構 20 が用いられる。減速機構 20 は、モータ 4 の回転軸 4a の先端に固定されるサンギヤ 21 と、サンギヤ 21 の外周側に距離を隔てて取り囲むように設けたリングギヤ 23 と、サンギヤ 21 及びリングギヤ 23 の間に配置され、これら双方のギヤに噛み合わされる複数 (ここでは 3 つ) のプラネタリーギヤ 22 を含んで構成される。3 つのプラネタリーギヤ 22 はシャフトの回りを自転しつつサンギヤ 21 の回りを公転する。リングギヤ 23 は本体ハウジング 2 側に固定されるもので非回転部材である。3 つのプラネタリーギヤ 22 の各シャフトは、スピンドル 30 の後端部分に形成された遊星キャリア部 (図 2 で後述するフランジ部 37、38) に固定され、プラネタリーギヤ 22 の公転運動が遊星キャリア部の回転運動に変換されるためスピンドル 30 が回転する。スピンドル 30 の後端の円筒部 39 は、ボールベアリング等の軸受 19b によって軸支される。

【0023】

スピンドル 30 は、減速機構 20 の遊星キャリア部の前方側に配置される。本実施例では、スピンドルカム溝 33 として側面視で略 V 字状の溝が形成されるが、図 22 で示した従来のスピンドルカム溝 233、234 が 2 組設けられるのに対して、本実施例のインパク

10

20

30

40

50

ト工具 1 では、1 組のスピンデルカム溝 3 3 がスピンデル 3 0 に設けられる。スピンデルカム溝 3 3 にはカムボール 5 1 が転動するため、その窪みの断面形状は半円状とされる。本実施例では、スピンデルカム溝 3 3 を 1 組としたため、用いられるカムボール 5 1 の数も 1 つである。このためスピンデル軸部 3 1 (符号は後述の図 2 参照) を従来と同じにしながら、ハンマ 4 0 の後退量を従来よりも大幅に大きくすることが可能となった。

【 0 0 2 4 】

本体ハウジング 2 の拡径部 2 c の内部には、トリガ 6 a の引き動作によってモータ 4 の速度を制御する機能を備えた制御回路基板 9 が収容される。制御回路基板 9 は略水平になるように配置され、打撃トルクを切り換えるための出力切替スイッチ 1 2 が設けられる。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、図 1 の打撃部及び被打撃部の展開斜視図である。前方側からアンビル 6 0、ハンマ 4 0、スピンデル 3 0 の順に配置されるという基本構成は、図 2 2 にて示した従来のインパクト工具 2 0 1 と同じ構成である。しかしながら用いられるカムボール 5 1 は 2 つから 1 つに削減されている。カムボール 5 1 を 1 つにしたことによりスピンデル 3 0 に形成されるスピンデルカム溝 3 3 の形状も変更される。さらに、ハンマ 4 0 の内周側であって、スピンデル軸部 3 1 の外周面と当接する位置にはニードルベアリング 5 6 が装着される。

【 0 0 2 6 】

アンビル 6 0 はインパクト工具 1 の出力軸を形成すると共に、ハンマ 4 0 の被打撃部を形成するものであって、出力軸と被打撃部が一体に形成される。アンビル 6 0 は鋳造又は鍛造後に切削加工をすることにより製造される金属の一体品であって、その円筒形の出力軸部 6 1 の後方に、3 つの羽根部 6 3 a ~ 6 3 c による被打撃爪が形成されたものである。出力軸部 6 1 の前側端部から内側部分には、断面形状が六角形であって先端工具を装着するための装着孔 6 1 a が形成される。装着孔 6 1 a が形成される細径部 6 1 b は、ビット保持部 7 0 を設けるために形成されるもので、細径部 6 1 b の後方には径方向に貫通する 2 つの貫通穴 6 1 c が形成され、ビット保持部 7 0 の構成要素となるスチールボール 6 9 (図 1 参照) が配置される。軸方向に見て貫通穴 6 1 c と羽根部 6 3 a ~ 6 3 c との間は研磨された円柱面とされ、この領域の外周側にニードルベアリング 1 9 a (図 1 参照) が配置されることによりアンビル 6 0 はハンマケース 3 (図 1 参照) に回転可能に軸支される。羽根部 6 3 a ~ 6 3 c は、回転方向に見て 1 2 0 度ずつ隔てるように均等に配置された被打撃爪であり、径方向外側に伸びるように配置される。羽根部 6 3 a ~ 6 3 c の回転方向の側面は、ハンマ 4 0 の打撃爪によって締め付け方向の回転時に打撃される被打撃面 6 4 a ~ 6 4 c と、その反対側に形成され緩め方向の回転時に打撃される被打撃面 6 5 a ~ 6 5 c が形成される。被打撃部の後方側には、円筒状の軸部 6 6 (図 1 参照) が形成され、軸部 6 6 がスピンデル 3 0 の嵌合孔 3 2 に係合することによってアンビル 6 0 とスピンデル 3 0 が相対回転可能な状態で接続される。

【 0 0 2 7 】

ハンマ 4 0 は、スピンデル 3 0 にて保持される部材であり、前方側からスピンデル 3 0 に装着される。ハンマ 4 0 は理想的にはスピンデル 3 0 に対して浮いた状態、又は、非接触状態の姿勢を保つように保持され、従来のスピンデル 2 3 0 では浮かす状態、非接触状態を保つために 2 つのカムボール 2 5 1、2 5 2 (図 2 2 参照) が用いられていた。本実施例ではカムボールの数を一つ減らした一方で、スピンデル軸部 3 1 の外周面とハンマ 4 0 の内周面にニードルベアリング 5 6 を配置した。ニードルベアリング 5 6 はハンマ 4 0 側又はスピンデル 3 0 のいずれか側に固定できるが、本実施例ではハンマ 4 0 側に固定する。尚、図 2 ではニードルベアリング 5 6 の内周側の形状、特に針状ころ等の図示を省略しているので注意されたい。ハンマ 4 0 の前面 4 2 a の外周側の 3 カ所には、軸方向の前方側 (アンビル 6 0 側) に突出する 3 つの打撃爪 4 6 a ~ 4 6 c が形成される。打撃爪 4 6 a ~ 4 6 c は、回転方向に見てその中心位置が回転角で 1 2 0 度ずつ隔てるように均等に配置される。打撃爪 4 6 a ~ 4 6 c の回転方向にみて 2 つの側面は、アンビル 6 0 の 3 つの羽根部 6 3 a ~ 6 3 c と衝突時に良好に面接触するように回転方向に所定の角度が付け

10

20

30

40

50

られたもので、一方側（４７ａ～４７ｃ）が締め付け方向時の打撃面となり、他方側（４８ａ～４８ｃ）が緩め方向時の打撃面となる。ハンマ４０の外周部は筒状部分４３とされ、中央部には貫通孔４１ａを有する。貫通孔４１ａを形成する内周側であって前方側にはハンマカム溝４４が形成される。ハンマカム溝４４は、ハンマ４０の内周面を平面に展開した際に略台形状の輪郭を有する窪みであって、スピンドルカム溝３３と共にカムボール５１の動きを制限する空間を形成する。ハンマ４０の内周面の周方向の一箇所において、隣接するハンマカム溝４４の辺部を分離する壁部４５が形成される。壁部４５は前端側のスピンドル３０の外周面と隣接又は当接する箇所となり、ハンマ４０がスピンドル３０に対する相対回転の姿勢維持に貢献する。ハンマ４０の壁部４５と周方向に対向する箇所には、組立時にカム溝内にカムボール５１を挿入するための挿入溝４４ａが形成される。第１の筒状部分とスピンドル軸部３１とが対向する箇所が本発明における第１の規制部に該当し、第１の規制部はハンマ４０のスピンドル３０に対する径方向の移動を規制する。

10

【００２８】

スピンドル３０の円柱部分、即ちスピンドル軸部３１の外周面には、スピンドルカム溝３３が１つだけ形成される。スピンドルカム溝３３は、ハンマ４０の内周面に形成されたハンマカム溝４４に対向する位置に設けられる。スピンドル３０とハンマ４０は、スピンドルカム溝３３とハンマカム溝４４によって所定の空間が形成されるように組み合わせられる。カム機構によってハンマ４０はスピンドル３０とほぼ連動するように回転するが、カムボール５１が１つであるためそのままではハンマ４０のスピンドル３０に対する回転方向及び軸方向の相対位置が安定しないため、本実施例ではニードルベアリング５６が併用される。ニードルベアリング５６は、スピンドル３０に対するハンマ４０の軸方向移動、及び、周方向の回転を支持するものである。本実施例において、スピンドルカム溝３３、カムボール５１及びハンマカム溝４４からなるカム機構は、ハンマ４０のスピンドル３０に対する軸方向の移動を規制する第２の規制部に該当する。

20

【００２９】

スピンドル軸部３１の前方端部には、アンビル６０の軸部６６が嵌挿されるための嵌合孔３２が形成され、スピンドル軸部３１の後方側には、減速機構２０の遊星キャリア部となるフランジ部３７、３８が形成される。フランジ部３７は軸線Ａ１とは直交する円盤状であって、回転方向には均等間隔で３つの嵌合穴３７ａ～３７ｃが形成される。フランジ部３７と所定の距離を隔てて後方側には、フランジ部３７と平行となるように円盤状のフランジ部３８が設けられる。フランジ部３８にも回転方向には均等間隔で３つの嵌合穴３８ａ～３８ｃ（図では３８ａしか見えない）が形成され、フランジ部３７の嵌合穴３７ａ～３７ｃと共に、プラネタリーギヤ２２を軸支するシャフトを固定する。

30

【００３０】

図３はインパクト工具１の打撃部の断面図である。ハンマ４０はスピンドル３０に対して軸線Ａ１を中心として所定の角度だけ相対回転が可能であり、かつ、軸方向にも相対回転が可能である。図３の状態はスピンドル３０に対してハンマ４０が最も前側に位置している状態である。ハンマ４０は、内径の異なる２つの筒状部分４１、４３の前方側を接続部４２にて径方向につなげたような形状とされる。ここではハンマ４０は金属製であり、その直径（外径）は３５～４４ｍｍ程度、イナーシャは $0.39\text{ kg}\cdot\text{cm}^2$ [$0.00038\text{ N}\cdot\text{m}^2$]以下となるように構成すると良い。スピンドル３０におけるモータ４側の端部には、軸線Ａ１に沿った方向で前方側に窪む嵌合孔３４が形成され、サンギヤ２１の收容空間とされる。一方、スピンドル３０のアンビル６０側の端部には、軸線Ａ１に沿って後方に窪むように形成された円柱状の嵌合孔３２が形成される。本実施例においては、筒状部分４１及び壁部４５が本発明の第１の筒状部分に、筒状部分４３が本発明の第２の筒状部分に該当する。

40

【００３１】

ハンマスプリング５４は圧縮スプリングであり、その前方側には複数のスチールボール５２がワッシャ５３に押さえられた状態で配置され、その後方側は段差付きのワッシャ５５によってスピンドル３０のフランジ部３７にて保持される。ワッシャ５５の内周側におい

50

ては、中央をハンマ40の内側の筒状部分41の後端部41cが貫通できるようにくり抜き孔55aが形成される。ここでは図示していないが、段差付きのワッシャ55の内周側にゴム等の弾性体で構成されるダンパを配置して、ハンマ40の最大後退時におけるハンマ40とフランジ部37との衝突による衝撃を抑制しても良い。ハンマ40とフランジ部37との衝突を回避するようにすれば、スピンドルカム溝33内においてカムボール51が端部に衝突することも回避できる。

【0032】

ハンマ40は、カムボール51を介したスピンドル30への接続と、壁部45とスピンドル30の当接によって、がたつきかないように保持される。ハンマ40は、スピンドル30に対して軸方向に移動可能であり、特に後方側には大きく移動可能とされる。ハンマ40は、ハンマスプリング54（図1参照）によってスピンドル30に対して常に前方側に付勢されるので、ハンマ40の後方側への移動はハンマスプリング54を圧縮しながらの移動となる。しかしながら、本実施例の構成ではカムボール51は1つであるので、ハンマ40の前端部の壁部45も周方向に1箇所だけとなる。そこで、本実施例では、ハンマ40とスピンドル30の相対位置関係を安定させるために、ハンマ40の内周側の後端部41c付近にニードルベアリング56を取りつけた。ニードルベアリング56は、外輪がハンマ40側に固定され、内側に設けられる複数の針状ころがスピンドル30の外周面と接触する。このようにニードルベアリング56を設けたことによって、スピンドル30の外周面とニードルベアリング56が常に良好な当接状態を保つので、それ以外の接触箇所、即ちカムボール51を介した保持と、壁部45による保持によってハンマ40の姿勢が良好に保持され、ハンマ40のスムーズな動きが実現できる。

【0033】

図4はスピンドル30とハンマ40の組立体の正面図である。尚、図3の断面図は図4のB-B部の断面に相当するものである。ハンマ40の前面42aは平面状になっており、周方向に等間隔で前面42aよりも軸方向前方に突出するように3つの打撃爪46a～46cが設けられる。打撃爪46a～46cの一方側の側面は、締め付け時の打撃面47a～47cとなり、他方側の側面、即ち、打撃面48a～48cは緩め時の打撃面となる。打撃面47a～47cと打撃面48a～48cは、ハンマ40の後退を容易にするために軸線A1を含む仮想面に対して略平行に形成される。ハンマ40に形成されるハンマカム溝44は、壁部45を除いてほぼ一周分を示すように配置される。ハンマカム溝44の一部であって壁部45とは軸対称の位置付近には、組立時にカムボール51を挿入するための挿入溝44aが形成される。図示しているカムボール51は図示の位置から、一方方向側（時計回り）又は他方向側（反時計回り）に半周分近く移動可能である。

【0034】

図5はインパクト工具1の打撃部の断面図であって、（1）はハンマ40が通常位置にある状態を示し、（2）はハンマ40が後退時の状態を示す。図5（1）は図3と同じ図であるが、ここにはスピンドルカム溝33の前端位置から後端位置までの範囲を R_g で示している。一方、ニードルベアリング56の移動範囲を R_b にて示している。ここで、溝の形成範囲 R_g とニードルベアリング56の移動範囲 R_b を比較するとわかるように、それらは軸線A1方向に一部が重複するような位置関係となる。本実施例のインパクト工具1では、カムボール51を一つだけとしたため、スピンドルカム溝33の形成のためにスピンドル軸部31の外周面のほぼ一周分を利用できるため、スピンドルカム溝33を十分長くすることができ、ハンマ40の後退量が増大する。しかしながら、溝の形成範囲 R_g とニードルベアリング56の移動範囲 R_b が軸方向に重なるようにしたことにより、溝の形成範囲 R_g を軸線A1方向に長くしたにもかかわらずスピンドル30の大型化を抑制でき、従来のスピンドル230とさほど変わらないようなコンパクトな打撃機構が実現できた。

【0035】

スピンドル30の静止時には、カムボール51、スピンドルカム溝33と、ハンマカム溝44との係合位置と、ハンマスプリング54との付勢力とのバランス関係によって、ハン

マ４０の前面４２ａとアンビル６０の羽根部６３ａの後端面とは軸方向に僅かに隙間を隔てた位置にある。一方、アンビル６０の羽根部６３ａとハンマ４０の打撃爪４６ａは、軸線Ａ１方向にみて重なるような位置関係となる。ここで、係合量とは、軸線Ａ１の方向に見てハンマ４０の打撃爪４６ａ～４６ｃと、アンビル６０の羽根部６３ａ～６３ｃの当接領域の軸方向長さであって、静止時又は打撃前の初期位置においてその係合量が最大となる。係合量は、ハンマ４０の後方向の移動によって変化するもので、アンビル６０が先端工具側から受ける力によりハンマ４０に伝わる反トルクが大きくなると、カムボール５１の位置が移動することによりハンマ４０とアンビル６０の相対的位置関係が変化する。

【００３６】

ハンマ４０がスピンドル３０に対して相対回転しながら、矢印４９の方向に後退しても、図５（２）に示すようにハンマ４０の筒状部分４１の後端部４１ｃが断面がＬ型のワッシャ５５の内側にまで後退することを許容する。従って、ニードルベアリング５６の移動空間を効率良く確保でき、スピンドル３０の全長が長くなることを抑制できる。また、スピンドル３０の主軸部の直径、ハンマ４０の内径及び外径は、従来のハンマ２４０と略同じであるので、容易に本発明を実施できる。

【００３７】

図６はハンマ４０に設けられるニードルベアリング５６付近の部分拡大断面図である。ハンマ４０の内側の筒状部分４１の後端付近には段差部４１ｂが形成され、その段差部４１ｂにニードルベアリング５６が装着される。ニードルベアリング５６は、外輪がハンマ４０側に固定されるシェル５７となり、シェル５７によって囲まれる部分に複数の針状ころ５８が設けられ、針状ころ５８の外周面がスピンドル軸部３１と当接する。複数の針状ころ５８の回転軸５９は、軸線Ａ１と平行になるようにシェル５７にて軸支される。ここではハンマ４０の内周面とスピンドル３０との隙間は平均で S_1 程度となるが、ニードルベアリング５６の内側の針状ころ５８部分は、ほぼ０になる。尚、ハンマとスピンドルの周囲は、十分なグリスが塗布されているので、ニードルベアリング５６もグリスが満たされた環境下で使用できるものとする。以上のように、ニードルベアリング等の転動部材を設けることにより、ハンマ４０のスピンドル軸部３１に対するガタツキを抑制することができ、１つのカムボール構成であってもスムーズな打撃動作が可能となる。本実施例においてはニードルベアリング５６等の転動部材が本発明の第３の規制部に該当し、第３の規制部はハンマ４０のスピンドル３０に対する傾きを規制する。

【００３８】

次に図７を用いてスピンドル３０の形状を説明する。図７（１）はスピンドル３０の上面図である。スピンドル３０は金属製であって、その直径 D は１０～１８ｍｍ程度とすると良く、ここでは１３．８ｍｍである。スピンドル３０の外周面には軸線Ａ１と直交する方向から見た際に前端部３３ｄから略Ｖ字状に後退するような形状とされる。スピンドルカム溝３３は前端部３３ｄから所定のカムリード角 θ を有する。本実施例では、ねじを締める時に用いられる正転用溝部３３ｂと、ねじを締める時に用いられる逆転用溝部３３ａのカムリード角 θ は同一角度とし、例えば２０～３６度の範囲内になるように設定される。カムリード角 θ が大きくなると、離脱トルクが多くなる上に打撃エネルギーが高くなる。一方、カムリード角 θ を小さくすると、離脱トルクが小さくなるが、打撃エネルギーも小さくなる。従って、離脱トルクを小さく抑えながら、できるだけ大きい打撃エネルギーが得られるようにすることが重要である。

【００３９】

図７（２）はスピンドル３０の底面図である。ここでは逆転用溝部３３ａの後端部３３ｃと正転用溝部３３ｂの後端部３３ｅは近接するまで延ばされるので、スピンドル軸部３１のほぼ一周分をスピンドルカム溝３３に使用できるので、従来のスピンドルカム溝２３３、２３４（図２参照）の倍近い長さを確保できる。スピンドルカム溝３３の前端位置から後端位置までの軸方向の範囲 R_g に対して、ニードルベアリング５６の移動範囲 R_b は図示のように軸方向にオーバーラップする。そのため、ニードルベアリング５６はスピンドルカム溝３３のある部分まで移動することになる。スピンドルカム溝３３の占める範囲

R_g とニードルベアリング 56 の移動範囲 R_b を軸方向に重ならないように並べて配置するように構成することも可能であるが、その場合はスピンドル 30 の軸方向の長さが大きくなる。本発明では、範囲 R_g と移動範囲 R_b を部分的に重ねることによってスピンドル軸部 31 の長さを抑制した。

【0040】

図 8 はスピンドルのカム溝の形状を示す展開図であり、(1) は従来のスピンドルカム溝 233、234 を示し、(2) は本実施例のスピンドルカム溝 33 を示す。従来のスピンドル軸部 231 の 2 つのスピンドルカム溝 233、234 は、それぞれ、逆転用溝部 233a、234a と正転用溝部 233b、234b が形成される。しかしながら、周方向に 2 組のスピンドルカム溝 233、234 を並べるために、軸方向に占める長さ L_0 を大きくすることは難しい。従って、溝の後端を構成する円弧を形成する円(点線)の中心の一方の中心から他方の中心までの間の回転角 C_0 が、180 度未満となる。

【0041】

本実施例ではスピンドル軸部 31 は、1 つのスピンドルカム溝 33 だけとした。図 8 (2) においてスピンドルカム溝 33 は、正転用溝部 33b、逆転用溝部 33a は同じ角度のリード角 θ で構成される。スピンドルカム溝 33 の 2 つの後端部 33c、33e の間は円周方向の回転角で 180 度を超えて 360 度近くまで延びる。従って、スピンドルカム溝 33 の中央の前端部 33d から 2 つの後端部 33c、33e までの軸方向距離 L_1 は、従来のスピンドル 230 の軸方向距離 L_0 に比べて十分長くすることができる。また、溝の後端を構成する円弧を形成する円(点線)の中心の一方の中心から他方の中心までの間の回転角 C_1 が、180 度以上となり、例えば 270 度を超える程度にまで設定できる。

【0042】

図 9 は本実施例のインパクト工具 1 における打撃エネルギーと離脱トルクの関係を示す図である。トリガ 6a が引かれてモータ 4 が起動されると、正逆切替レバー 7 で設定された方向にモータ 4 が回転を開始し、その回転力は減速機構 20 によって所定の減速比で減速されてスピンドル 30 に伝達され、スピンドル 30 が所定の速度で回転駆動される。ここで、スピンドル 30 とハンマ 40 とはカム機構によって連結され、スピンドル 30 が回転駆動されると、その回転はカム機構を介してハンマ 40 に伝達される。ハンマ 40 は回転開始後に 1/3 回転もしないうちにハンマ 40 の打撃爪 46a ~ 46c がアンビル 60 の羽根部 63a ~ 63c に当接してアンビル 60 を回転させる。その際、アンビル 60 からの係合反力によってスピンドル 30 とハンマ 40 との間に相対回転が生ずると、ハンマ 40 はカム機構のスピンドルカム溝 33 に沿ってハンマスプリング 54 を圧縮しながらモータ 4 側へと後退を始める。そして、ハンマ 40 の後退動によってハンマ 40 の打撃爪 46a ~ 46c がアンビル 60 の羽根部 63a ~ 63c を乗り越えて両者の係合状態が解除されると、ハンマ 40 は、スピンドル 30 の回転力に加え、ハンマスプリング 54 に蓄積されていた弾性エネルギーとカム機構の作用によって回転方向に回転しながら前方に急速に加速される。

【0043】

ハンマ 40 がハンマスプリング 54 の付勢力によって前方へ移動すると、ハンマ 40 の打撃爪 46a ~ 46c が、回転後の次のアンビル 60 の羽根部 63a ~ 63c に再び係合することにより強い打撃が行われ、ハンマ 40 とアンビル 60 は一体に回転し始める。この打撃により強力な回転力がアンビル 60 に加えられるため、アンビル 60 の装着孔 61a に装着される図示しない先端工具を介してねじに回転打撃力が伝達される。以後、同様の動作が繰り返されて先端工具からねじに回転打撃力が間欠的に繰り返し伝達され、例えば、ねじが木材等の図示しない被締結材にねじ込まれる。以上がハンマ 40 によるアンビル 60 の通常打撃時の状態を示すものであるが、本実施例では、ハンマ 40 の打撃爪とアンビル 60 の羽根部がそれぞれ 3 本形成されたことにより、特徴的な打撃を行うようにした。その打撃は、モータ 4 の回転速度を所定の回転数以上の高速領域として“一つ飛ばしの打撃”、“二つ飛ばしの打撃”をするか、所定の回転数以下の低速領域として連続打撃をするか、のいずれかを打撃動作を行うことによってハンマ 40 によるアンビル 60 への打

撃トルクを切り替え可能とした。

【 0 0 4 4 】

打撃エネルギー E は、ハンマ 4 0 がアンビル 6 0 を打撃する直前に、ハンマ 4 0 が有するエネルギーである。ここでは、トリガ 6 a の操作量（引き量）は最大、被締め付け材はボルトで、その反発率は 0 . 4 1 という条件下で算出した。離脱トルク T_B [k g ・ c m]、及び打撃エネルギー E [N ・ m ² × (r a d / s) ²] は次の式 1、式 2 で算出した値である。式 1： 離脱トルク T_B [k g ・ c m] = ばね定数 [k g / c m] × (ばね押付け高さ) [c m] × t a n (カム角度 [d e g] × カム接点半径 [c m]) 但し、ばね押付け高さ [c m] は、ばねの自由長 [c m] - 離脱時のばね高さ [c m] である（本実施例では 1 . 1 c m ）。カム接点半径 [c m] は、スピンドル 3 0 の中心軸からスピンドルに形成されたカム R 形状の中心点までの距離である（本実施例では 0 . 7 c m ）。尚、ここに示す離脱トルク T_B は静的な状態における離脱トルクを示しており、上記した部品の各寸法から容易に算出することが可能である。式 2： 打撃エネルギー $E = 0 . 5 \times$ ハンマイナーシャ [N ・ m ²] × (ハンマ打撃直前速度 [r a d / s]) ² （単位： N ・ m ² × (r a d / s) ² ） 但し、ハンマ打撃直前速度 [r a d / s] = スピンドル角速度 [r a d / s] + (スピンドル角速度 [r a d / s] × 反発率を考慮した係数) スピンドル角速度 [r a d / s] = 2 × π × スピンドル回転数 [r p s] 反発率を考慮した係数は、本実施例では 2 . 4 である。ここに示すスピンドル回転数は、ねじ締め作業時におけるスピンドル回転数を示しており、ねじ締め作業時におけるロータの実用回転数を検証すれば、遊星歯車の減速比から容易に算出することが可能である。また、反発率を考慮した係数については木材の硬さにより変動することになる。

【 0 0 4 5 】

図 9 にて図示した各プロット点は、本発明、従来における打撃諸元をそれぞれプロットしたものであり、かつ、ハンマ 4 0 に配した打撃爪 4 6 a が、アンビル 6 0 に配した羽根部 6 3 a から離脱した後に、次の羽根部 6 3 b を飛ばして次の羽根部 6 3 c に係合するまでの回動角度を 2 4 0 度とした中速動作モード、次の羽根部 6 3 a に係合するまでの回動角度を 3 6 0 度とした高速動作モードにおける、打撃エネルギー E と離脱トルク T_B 、及び、係数 K の範囲を、上限の係数 K_2 、 K_4 と下限の係数 K_1 、 K_3 として表示した。プロット群 9 1 は市販されている現行品の一つ飛び打撃時の打撃エネルギー E と離脱トルク T_B の関係である。この従来品（現在市販されているインパクト工具）の打撃エネルギー E をさらに大きくするためにハンマスプリング 5 4 のバネ圧を大きくすると離脱トルク T_B も大きくなってしまふ。しかしながら、本実施例では、ハンマ 4 0 に配した打撃爪 4 6 a が、アンビル 6 0 に配した羽根部 6 3 a から離脱した後に、次の羽根部 6 3 c に打撃するという、いわゆる “ 1 つ飛ばし打撃モード（中速動作モード） ” に加えて、羽根部 6 3 a から離脱した後に、次の羽根部 6 3 b と、その次の羽根部 6 3 c を飛ばして、再びもとの羽根部 6 3 a を打撃するという “ 2 つ飛ばし打撃モード（高速動作モード） ” も追加した。この高速動作モードの場合は、ハンマ 4 0 がアンビル 6 0 に対して 1 回転する間に 1 回だけ打撃することになり、それらの打撃諸元をそれぞれプロットしたのがプロット群 9 2 である。

【 0 0 4 6 】

アンビル 6 0 に配した羽根部 6 3 a から離脱した後に、次の羽根部に係合するまでの前記回動角度を 3 4 0 ~ 3 8 0 度となるインパクト工具の打撃エネルギー E と離脱トルク T_B 、及び、係数 K_p の関係性を $E = K_p \times T_B$ [$K_1 < K_p$] とした場合では、プロット群 9 2 で示すように離脱トルクを 1 2 ~ 1 8 k g ・ c m を保ったまま打撃エネルギー E をプロット群 9 1 よりも段違いに向上させることができ、実線 K_3 の領域よりも上側領域の高い打撃エネルギー E を得ることが可能となった。

【 0 0 4 7 】

プロット群 9 1 に示すような、いわゆる “ 1 つ飛ばし打撃モード ” から、プロット群 9 2 に示すような、いわゆる “ 2 つ飛ばし打撃モード ” に切り替えるには、モータ 4 の回転速度の切替制御が重要である。このようにモータ 4 の速度をうまく制御することによって、

係数 $K_3 \sim K_4$ の範囲の高い打撃エネルギーの動作モード、係数 $K_1 \sim K_2$ の中打撃エネルギーの動作モード、係数 K_1 以下であって従来のインパクト工具と同様に“連続打撃”を行う低打撃エネルギーの3つを選択できるようにして、軽負荷のねじ締め作業から高負荷のボルト締め作業まで、幅広い締め付け作業に対応できるインパクト工具を実現できる。この係数 K_3 よりも高い打撃エネルギーの動作モードでは、打撃エネルギー E と離脱トルク T_B との関係が、プロット群 92 に示すような $10.0 \times T_B < E < 16.7 \times T_B$ の領域での打撃となる。

【0048】

図10は、従来のインパクト工具と本実施例のインパクト工具1における打撃機構の数値を示す比較表である。従来例の数値は、高出力時に“1つ飛ばし打撃モード”を行うインパクト工具であり、本実施例の数値は、高出力時に“2つ飛ばし打撃モード”を行うインパクト工具とも言い換えることができる。スピンドル30、230の軸部の直径は13.8mmで同一とする。被締結材からの反発率は、従来は負荷の大きい太いビスを想定して0.31とし、本実施例では締め付けトルクの向上から硬いボルトを想定して反発率を0.41としている。ハンマバック量は、カムボールが2つと一つの違いから従来例では10.5mm、本実施例では19.3mmと1.8倍以上の距離を確保できるが、本実施例では余裕を持たせて17.3mmとして、カムボール51がスピンドルカム溝33の後端部33c、33eに到達しないようにして、溝の端部の破損を防止するように構成した。このように製品として必要とされる出力を得るために、ハンマスプリング54、254を選択することにより、従来例のインパクト工具では離脱トルクが15.9[N・m]に対して、13.5[N・m]と更に低くしながら、得られる最大打撃エネルギー E は、9.7から18.1[N・m² × (rad/s)²]と大幅に向上させることができた。

【0049】

図11はハンマ40、アンビル60による打撃状態を示す図である。縦軸はハンマ40の前後方向の位置を示し、+が前方側（先端工具側）で、-が後方側（モータ側）であって、基準位置から何mmの位置にあるかを示す。0が静止時又は低負荷状態で回転時のハンマ40の打撃爪46aの前方端の位置であり、この際の羽根部63aの前方側位置も0である。横軸は回転角度であり、360度([deg])にて1周である。ここでは羽根部63a~63cは120度の間隔で配置される。図11(1)において、トリガ6aを一杯に引いてスピンドル30が回転中に、ハンマ40の打撃爪46aに所定の反力が加わり、離脱トルクを越えると、ハンマ40が後退する。ハンマ40の後退量が羽根部63aとの最大係合量Aよりも大きくなると、打撃爪46aと羽根部63aとの係合状態が解除され、打撃爪46aが羽根部63aの後方側をすり抜けて回転し、次の羽根部63bを打撃する。この際のスピンドル30の回転は後述する図11(2)(3)に比べると低速である。図中、実線71で示すのが打撃爪46aの軸方向前方側且つ回転方向前方側の角部の移動軌跡であり、点線72で示すのが打撃爪46aの軸方向前方側且つ回転方向後方側の角部の移動軌跡である。この連続打撃を行う際には、制御回路は連続打撃が良好に行われるような回転速度にてスピンドル30を回転させるべく、モータ4の回転制御を行う。これが従来から行われてきたインパクト打撃である。図11においては、打撃爪46aしか図示していないが、同様に打撃爪46b、46cも後退及び打撃動作を行う。

【0050】

図11(2)は“一つ飛ばし打撃”の状態を示すものである。ハンマ40の後退量が羽根部63aとの最大係合量Aよりも大きくなって、打撃爪46aが羽根部63aの後方側をすり抜けて回転する際の回転速度が中速にすると、次の羽根部63bの後方側も通過して、その次の羽根部63c（羽根部63aから見て次の次の羽根部）を打撃することができる。図中、実線73で示すのが打撃爪46aの軸方向前方側且つ回転方向前方側の角部の移動軌跡であり、点線74で示すのが打撃爪46aの軸方向前方側且つ回転方向後方側の角部の移動軌跡である。このように、打撃を行う際に打撃爪46aが、次の羽根部63bでなくて次の次の羽根部63cを打撃するためには、ハンマスプリング54を圧縮して後方側に移動したハンマ40が軸方向前方側に戻る前に、羽根部63bの後方を通過するよ

うな中速でスピンドル 30 を回転させる。

【0051】

図 11 (3) は “二つ飛ばし打撃” の状態を示すものである。ここではモータ 4 の回転速度をさらに高速にして、打撃爪 46 a が羽根部 63 a の後方側をすり抜けて回転した際に、次の羽根部 63 b だけでなく次の次の羽根部 63 c も通過して、再び羽根部 63 a (羽根部 63 a から見て「次の次の次の羽根部」) を打撃することができるようにした。図中、実線 75 で示すのが打撃爪 46 a の軸方向前方側且つ回転方向前方側の角部の移動軌跡であり、点線 76 で示すのが打撃爪 46 a の軸方向前方側且つ回転方向後方側の角部の移動軌跡である。このように、打撃爪 46 a が、次の次の次の羽根部 63 a を打撃するためには、ハンマスプリング 54 を圧縮して後方側に移動したハンマ 40 が軸方向前方側に戻る前に、羽根部 63 b と羽根部 63 c の後方を通過するように十分な高速でスピンドル 30 を回転させることが必要である。

10

【0052】

図 11 (1) ~ (3) の打撃爪 46 a の軸方向前方側角部の移動軌跡 71 ~ 76 をみて理解できるように、カムボールを 2 つ用いるスピンドルにおいては、図 10 にて示したようにハンマバック量が 10.5 mm 程度しかないため、ハンマスプリング 54 のバネ圧を調整しても図 11 (3) のような “二つ飛ばし打撃” を実現することができなかった。しかしながら、本実施例では、図 10 にて示したようにハンマバック量を 17.3 mm と十分大きくすることができたので、ハンマスプリング 54 のバネ圧を調整するとともに、従来よりもモータの回転速度を高めることによって “二つ飛ばし打撃” を実現することができた。また、モータ 4 の回転制御によって “飛ばしを行わない打撃 (従来と同様の打撃)” と “一つ飛ばし打撃” と “二つ飛ばし打撃” を自在に切り替え可能なので、締め付け対象に合わせた最適な出力を得ることが可能となる。

20

【0053】

以上説明したように、本実施例によれば、離脱トルク T_B の上昇を抑えて良好な打撃フィーリングを維持したインパクト工具を実現できる。また、その際にスピンドル回転数を大幅に高くして一つ飛ばし打撃又は二つ飛ばし打撃を行うことにより、打撃エネルギー E を従来よりも大幅に向上させることができる。さらに、打撃動作に移行した際にスピンドル回転数を大幅に低くして連続打撃を行うようにすれば、連続回転から打撃開始に至るまでの好フィーリング化を図ることができる。尚、本実施例は上述の例だけに限られずに様々な変更が可能である。

30

【0054】

図 12 は、スピンドルのカム溝の形状を示す展開図であり、(1) は本実施例のスピンドルカム溝 33 の形状を示し、(2) は本実施例の第 1 の変形例にかかるスピンドル軸部 81 のカム溝 82 の形状を示し、(3) は本実施例の第 2 の変形例にかかるスピンドル軸部 83 のカム溝 84 の形状を示す。図 12 (1) に示すように本実施例のスピンドルカム溝 33 は、正転用溝部 33 b、逆転用溝部 33 a が同じリード角 θ とされる。一方、図 12 (2) では逆転用溝部 82 a のリード角 θ に対して、正転用溝部 82 b のリード角 θ_1 を小さくした。このように構成することにより正転時の離脱トルク T_{B1} と、逆転時の離脱トルク T_{B2} の大きさを変えることが可能となり、正転時の離脱トルク T_B を小さくできるので、正逆時の離脱トルクを下げ、カムアウト低減を可能にできる。また、逆転時はネジやボルト等を緩める作業であって、カムアウトがおきない場合はほとんどなので、カムリード角を小さくする必要性が少ない。

40

【0055】

図 12 (3) では逆転用溝部 84 a と正転用溝部 84 b のリード角をともに θ_1 で小さくした。このように双方のリード角 θ_1 を小さくすれば、正転時と逆転時の双方で離脱トルク T_B を小さくすることができるので、子ネジ等を締め付け対象とするような小出力用のインパクト工具にも本発明を適用することができる。通常ではリード角 θ_1 を小さくすると打撃トルクが小さくなるが、本実施例では 1 つ飛ばし打撃、又は / 及び、2 つ飛ばし打撃を併用することによって、リード角 θ_1 の減少によるトルク低下分を補うことができる

50

。

【 0 0 5 6 】

図 1 3 は、本発明の第 3 及び第 4 の変形例を示す図であり、ニードルベアリング 5 6 に代えて (1) は焼結メタル 8 5 を用いた例であり、(2) は O リング 8 6 を用いた例を示す図である。図 1 3 (1) はハンマ 4 0 B の後端側内周面に径方向外側に窪むような段差部 4 1 B を形成し、そこに円筒状の焼結メタル 8 5 を圧入したものである。焼結メタル 8 5 は、粉末冶金法により製造した多孔質の金属体に潤滑油を含浸させて、自己給油の状態で使用される滑り軸受であって、ハンマ 4 0 B の後端付近をスピンドル軸部 3 1 に対して支持する部材である。焼結メタル 8 5 とスピンドル軸部 3 1 との間に存在する潤滑油により、摺動面に潤滑油膜が形成される。焼結メタル 8 5 の内径は、スピンドル 3 0 のスピンドル軸部 3 1 と良好に当接して、それらが軸方向及び回転方向に良好に摺動可能な状態とする。ハンマ 4 0 B の段差部 4 1 B よりも前方であって、スピンドルカム溝 3 3 の形成されていない部分との隙間 S_1 を所定量だけ設けるようにして、ハンマ 4 0 B のスピンドル軸部 3 1 に対する摺動抵抗をなくしている。

10

【 0 0 5 7 】

図 1 3 (2) はハンマ 4 0 C の後端付近内周面に断面視で台形状に径方向外側に窪むような連続した溝部 4 1 C を形成し、そこに O リング 8 6 を装着したものである。溝部 4 1 C は従来から設けられていた潤滑油を溜めるための潤滑溝 2 4 1 c (図 2 3 参照) を軸方向後方に移動させたうえで、溝の大きさを大きくしたものである。O リング 8 6 は、潤滑油が充填された環境下で対向する 2 つの部材 (ハンマ 4 0 C とスピンドル軸部 3 1) の摺動抵抗を小さくして、ハンマ 4 0 C とスピンドル軸部 3 1 の回転方向及び軸方向の動きをスムーズにする摺動部材であり、潤滑油を十分に浸したフェルトワイパを用いることができ、O リング 8 6 の内周面がスピンドル軸部 3 1 に対して摺動するように支持される。ハンマ 4 0 C の溝部 4 1 C 以外の部分であって、スピンドルカム溝 3 3 の形成されていない部分との隙間 S_2 は所定量だけ設けるようにして、ハンマ 4 0 C のスピンドル軸部 3 1 に対する摺動抵抗を小さくできるように構成することが重要である。以上のように、ニードルベアリング等の転動部材に代えて、焼結メタル 8 5 や O リング 8 6 等の摺動部材を設けることにより、ハンマのスピンドルに対するガタツキを抑制することができ、1 つのカムボール構成であってもスムーズな打撃動作が可能となる。本実施例においては、焼結メタル 8 5 や O リング 8 6 等の摺動部材が第 3 の規制部に該当し、第 3 の規制部はハンマ 4 0 のスピンドル 3 0 に対する傾きを規制する。

20

30

【 0 0 5 8 】

図 1 4 は、本発明の第 5 の変形例に係るハンマの例を示す図である。ここではニードルベアリング 5 6 を設ける代わりに、ハンマ 4 0 D とスピンドル 3 0 の摺動抵抗を減らすための半球状の突起 8 8 a ~ 8 8 c を設けたものである。突起 8 8 a ~ 8 8 c はハンマ 4 0 の後端部内側に形成するものであって、周方向の 3 箇所に配置される。突起 8 8 a ~ 8 8 c はハンマ 4 0 D と一体に形成しても良いし、または 3 つの突起 8 8 a ~ 8 8 c を形成した金属製又は樹脂製の別部材をニードルベアリング 5 6 に替えて装着するようにしても良い。突起 8 8 a ~ 8 8 c の径方向位置は、嵌合孔 3 2 D の位置よりも内側に突出し、スピンドル軸部 3 1 の外周面と点接触状態又は小さい領域にて接触する微小領域接触状態となる。このようにハンマ 4 0 D 側とスピンドル軸部 3 1 との接触面積を小さくすることにより、良好な摺動特性を達成しながらハンマ 4 0 D の姿勢を安定して保持することができる。尚、ここでは突起 8 8 a ~ 8 8 c をハンマ 4 0 D 側に形成したが、この関係を逆にして、スピンドル側に半球状の突起を周方向に複数形成して、ハンマ 4 0 D の円筒状の内周面と点接触状態又は微小領域にて接触状態となるようにすれば良い。尚、設けられる突起の形状は半球状だけに限られず、ハンマ 4 0 D とスピンドル軸部 3 1 との摺動特性が良好であればその他の形状であっても良い。

40

【 実施例 2 】

【 0 0 5 9 】

次に図 1 5 を用いて本願発明の第二の実施例について説明する。第一の実施例ではハンマ

50

40の内周側、即ち、ハンマ40とスピンドル30の間にニードルベアリング56を設けるようにした。また、カムボール51の数を一つとしてスピンドルカム溝33を長く形成した。これに対して第二の実施例では、ハンマ140の内周側でなくて外周側にニードルベアリング180を設けた。ニードルベアリング180は、ハンマ140の外周面を支持する支持部材となるもので、ハンマ140とハンマケース103の間であってハンマケース103の内壁側に保持される。カムボール51の数は、第一の実施例と同様に1つだけであり、スピンドルカム溝133が長く確保できるように構成した。さらに、駆動源たるモータ104の形式を変更し、ブラシ付き直流モータからブラシレスDCモータに変更した。但し、モータの形式は任意で有り、本願発明の特徴的な打撃機構の構成には直接影響しない。

10

【0060】

本体ハウジング102の形状は、モータ104の違いに起因して胴体部102aの前後方向の長さが短くてコンパクトな形状とされている。そのため、減速機構20と打撃機構(130、140、160等)を収容するハンマケース103の形状も変更される。ハンマケース103は、前側に行くにつれて径を徐々に絞る様な先絞り形状ではなくて、軸線と鉛直な底面を有するカップ状のような形状に変更した。これらの形状の変更は、トリガレバー6aよりも上側部分をコンパクトに設計したことにデザイン上の違いよるものが主な理由であり、内部の機械的な構成を変更した訳ではない。よって、第一の実施例と同様に先絞り形状としても良い。

【0061】

20

減速機構20はモータ104の出力をスピンドル130に伝達するものであり、ここでは、図1で示したものと同様の遊星歯車減速機構を用いる。スピンドル130は第一の実施例のスピンドル30と同じ又はほぼ同じものを用いることができる。ハンマ140は、外周面140aをニードルベアリング180に当接させながら回転させるため、打撃爪部分を除く外周面の直径が、前端から後端まで一定の大きさとなるように構成される。またハンマ140の形状に合わせてハンマケース103の形状も決定されるため、ハンマケース103の内壁面の径状は円筒面となるように形成される。アンビル160は、図1で示したものと共通部品とすることができ、その先端にはビット保持部70が形成される。アンビル160の軸部分はニードルベアリング19aによって軸支される。ニードルベアリング19aを保持するために、ハンマケース103の前方側には、垂直壁103bから前方側に延在する細径円筒部103aが形成される。つまり、ハンマケース103には、細径円筒部103aの内側と、太径の円筒部103cの内側に、それぞれニードルベアリング(19a、180)が配置されることになる。細径円筒部103aと円筒部103cの間は、軸線A1とほぼ垂直な径方向に延在する垂直壁103bとなっている。このように第二の実施例では、アルミニウム合金等による金属製の一体成形のハンマケース103に、2つの軸受装置(19a、180)を設けたことが一つの特徴となっている。一方の軸受装置(ニードルベアリング19a)はアンビル160をハンマケース103に回転可能に軸支している。他方の軸受装置(ニードルベアリング180)はハンマ140をハンマケース103に軸支している。すなわち、2つの軸受装置は異なる構成部品(アンビル160、ハンマ140)を軸支(保持)している。言い換えると、異なる構成部品は2つの軸受装置によって同じ構成部品(ハンマケース103)に軸支(保持)されている。

30

40

【0062】

ハンマケース103の太径の円筒部103cの内側には、突き当て部103eが形成され、突き当て部103eよりも後方側のハンマケース103の内径がやや大きく形成される。突き当て部103eよりも後方側にはニードルベアリング180がすきまばめによって固定される。ニードルベアリング180の種類としては、例えば、保持器付針状ころ軸受を採用できる。保持器付針状ころ軸受は、複数の針状ころの径方向外側部分にシェルを有しないため、外径が小さくなりハンマケース103の大型化抑制には好都合である。シェル無しのニードルベアリング180に含まれる細長い円筒状の針状ころ181は、その軸心が軸線A1と平行方向(つまり図15の前後方向)に配置され、針状ころ181の前後

50

にはリング状の保持器 182 a、182 b（符号は図 16 参照）が設けられて、前後の保持器 182 a、182 b を回り止めをする 1 本の連結部材（図では見えない）にて保持されている。ニードルベアリング 180 の配置領域を含むハンマケース 103 の内側には、機械部品の摩耗を防ぐためのグリスが充填されているが、内側にてハンマ 140 が高速回転すると、シェル無しの保持器付針状ころ軸受の針状ころ 181 の周囲にグリスが溜まりやすくなるので、潤滑上有利である。

【0063】

ニードルベアリング 180 の後方側は、減速機構 20 のリングギヤ 23 によって軸方向に保持される。リングギヤ 23 の後方側には、2 つの軸受 18 a、19 b を保持するインナカバー 17 が設けられ、インナカバー 17 がリングギヤ 23 の軸方向の動きを抑制すると共に回転中心の位置決めを行うもので、プラスチック等の合成樹脂製の筒状の一体部品であって、本体ハウジング 102 とは別部材にて構成される。

【0064】

次に図 16 を用いてハンマ 140 とニードルベアリング 180 の関係を更に説明する。ハンマ 140 が図 15 の状態からハンマスプリング 54 を圧縮しながら後退して最も後側に位置すると、図 16 の位置になる。この状態はカムボール 51 が V 字状のスピンドルカム溝 133 のうち、一方側の後端部（図 8（2）のスピンドルカム溝 33 の後端部 33 e）付近に到達した状態である。ハンマケース 103 の内側には、軸線 A1 に沿った前後方向の長さ L_N のニードルベアリング 180 が配置され、後退時にはハンマ 140 の打撃爪を除く外周面 140 a のほぼ全部がニードルベアリング 180 に接触する。ここでは、ニードルベアリング 180 として、保持器付針状ころ軸受を用いた。つまり、ニードルベアリング 180 には、保持器 182 a、182 b とそれに保持される針状ころ 181 が複数設けられる。ハンマケース 103 の内側には円周方向に連続するように形成された段差状の突き当て部（段差部）103 e を有し、すきまばめによって突き当て部 103 e よりも後方側にニードルベアリング 180 が配置される。ニードルベアリング 180 の後端側は、リングギヤ 23 が挿入されるので、軸線 A1 方向にみてリングギヤ 23 が好適な押さえ部材となって、突き当て部 103 e とリングギヤ 23 の間にニードルベアリング 180 を挟持する。

【0065】

インパクト工具 101 の高性能化を図るためには、ハンマ 140 の後退可能量を十分確保すれば良い。しかしながら、スピンドル 130 の外径が従来と同じならば後退可能量が決まってしまうので、後退可能量を伸ばすことは難しい。一方で、離脱トルクを下げるためにはカムリード角を寝かせたいという要望もある。その要望を満たすには、限られたスペース内でのハンマ 140 の後退可能量がさらに減ってしまう。本実施例では、その対策として通常のカム機構にはカムボールが 2 つあるところを、カムボール 51 を 1 つだけにし、側面視で 1 つの V 字状のカム溝（図 8（2））とすることで、ハンマ 140 の後退可能量を従来の約 2 倍近くまで確保できるようにした。一方、ハンマ後退量が大幅に増えたことでカムリード角 θ （図 12（1）参照）を小さくして打撃動作に移るためのハンマ 140 の離脱トルクを従来よりも下げるようにした。さらに本実施例では、カムボール 51 を一つにしたことによるハンマ 140 の回転バランスの崩れを、ハンマ 140 の外周面を保持するニードルベアリング 180 を設けたことにより回避するように構成した。第一の実施例のようにハンマ 140 の後方の内周側に配置するのも効率的であるが、スピンドル 130 の長さが長くなってしまうことのトレードオフになる。そこで第二の実施例では、ハンマ 140 の外周側で保持するようにしたので、内周側にニードルベアリング 56（図 2 参照）を設けなくても十分な回転バランスをとることが可能となった。さらに、ハンマケース 103 側でニードルベアリング 180 を保持するので、小形のハンマ 140 を使用するインパクト工具の場合であっても、ハンマ内周面の難易な加工をしなくても済む。

【0066】

次に図 17 を用いてハンマ 140 とアンビル 160 の位置関係をさらに説明する。スピンドル軸部 131 は、減速機構 20 の遊星キャリア部の前方側に位置し、その外周面に V 字

10

20

30

40

50

状の１組のスピンデルカム溝１３３が設けられる。ここではハンマ１４０の長さ L_H に対して、ニードルベアリング１８０の長さ L_N が十分長く形成される。つまり、ハンマ１４０の可動範囲では必ずニードルベアリング１８０と接触するようにニードルベアリング１８０の大きさを設定した。（１）に示すハンマ１４０が通常位置（後退していない状態）では、ハンマ１４０とニードルベアリング１８０は部分的にはオーバーラップしているが、完全にはオーバーラップしていない。これは、（１）の状態ではハンマ１４０の打撃爪１４６ａ～１４６ｃ（図では１４６ｃは見えない）とアンビル１６０の羽根部１６３ａ～１６３ｃ（図では１６３ｃは見えない）が当接している状態で、ハンマ１４０の軸ぶれの度合いが少ないため、ハンマ１４０の外周面の後端付近だけを保持すれば十分だからである。一方、（２）に示すようにハンマスプリング５４を圧縮して、ハンマ１４０が後退しているような状態は、ハンマ１４０の打撃爪１４６ａ～１４６ｃ（図では１４６ｃは見えない）とアンビル１６０の羽根部１６３ａ～１６３ｃ（図では１６３ｃは見えない）が非接触状態であるので、ハンマ１４０は内周側で１つのカムボール５１で保持されている不安定な状態である。しかしながら、ハンマ１４０がアンビル１６０との係合状態が離脱する際には、打撃爪を除くハンマ１４０の外周面全体がニードルベアリング１８０の針状ころ１８１に接触するので、ハンマ１４０の姿勢を精度良く保持し、ハンマ１４０の回転軸を軸線Ａ１と良好に一致させることが可能となった。なお、図１６から明らかなように、ニードルベアリング１８０の軸方向の配置範囲は、スピンデルカム溝１３３の前端位置から後端位置までの軸方向の範囲に対してオーバーラップしている。

【００６７】

図１７（１）に示すようにハンマ１４０が通常位置（前進位置）にあるとき、ニードルベアリング１８０の前後方向中心位置１８５（図中の黒三角マーク）が、ハンマ１４０の長さ L_H が占める領域よりも後方側に位置する。また、ハンマ１４０の前後方向中心位置１４９（図中の黒三角マーク）がニードルベアリング１８０の前端位置よりも後方側に位置する。一方、ハンマ１４０が最も後退した位置（後退位置）にあるときには、図１７（２）に示すようにハンマ１４０の長さ L_H が占める部分が、完全にニードルベアリング１８０の占める長さ L_N の内部に入る様な位置関係となる。このようにニードルベアリング１８０の軸方向の長さが長いほどハンマ１４０のがたつきを効果的に防止できる。また、ニードルベアリング１８０の長さ L_N が長いほど、ハンマケース１０３内に挿入するときの組み立て性が向上する。従って図１７のニードルベアリング１８０は、ハンマケース１０３に対して強固な回り止めをしなくても済む。また、ハンマケース１０３側にはキー溝を設けるなどの特別な仕組みをすることは不要であるが、確実に回り止めを行うためにキー溝を設けても良い。また、本実施例ではニードルベアリング１８０及びハンマ１４０の中心位置１８５及び１４９を上述の通りとしたが、図１７や図１８のニードルベアリングの位置よりも前方側（アンビル１６０側）に配置しても良い。すなわち、ハンマ１４０が前進位置及び後退位置にある状態において、少なくともハンマ１４０の一部がニードルベアリング１８０に接するようニードルベアリング１８０を配置すれば良い。

【００６８】

以上説明したように、第二の実施例においてはハンマ１４０の外周側にニードルベアリング１８０を設けたので、ハンマ１４０を１つのカムボール５１だけでスピンデル１３０に対して安定して保持することができる。しかも、ニードルベアリング１８０をハンマケース１０３側に設けたので図２３で示したスピンデル２３０及びハンマ２４０側の構成を実質的に変更する必要が無い。従って、第二の実施例の実現は比較的容易である。また、組立性においても、ハンマケース１０３内にニードルベアリング１８０を組み込む工程が増えるだけで、それ以外の組み立て工程は従来と同じで良いので、コストアップも抑制できる。また、従来構造では、スピンデル表面に塗布されたグリスは遠心力により外周側に配されたハンマケース側に飛散することになる。これより、スピンデルとハンマの摺動部のグリスが枯渇することでカジリ、発熱、磨耗などが生じて耐久性を損ねる問題があった。しかしながら、第二の実施例によれば、ニードルベアリング１８０をハンマ１４０とハンマケース１０３との間（ハンマ１４０の外周側）に設けたため、スピンデル表面に塗布さ

れたグリスは遠心力によってニードルベアリング 180 側に飛散することになり、グリスの枯渇がなく耐久性も大幅に向上させることができる。尚、第二の実施例では、ハンマ 140 の内周側にはベアリングが設けられないが、第一の実施例と第二の実施例を併用して、ハンマ 140 の外周側と内周側の双方にベアリングを設けることも可能である。また、第二の実施例では、カムボール 51 (スピンドルカム溝 133) を 1 つとした構成においてニードルベアリング 180 を設けたが、ニードルベアリング 180 を図 8 (1) に示すようなカムボールが 2 つ (スピンドルカム溝が 2 つ) の従来の構成に適用しても良い。また、第一の実施例のニードルベアリング 56 を従来の構成に適用しても良い。

【0069】

図 18 は第二の実施例の第一変形例を説明する。図 18 に示すインパクト工具 101 A は軸方向に短い長さ L_N のニードルベアリング 180 A を用いたもので、それに合わせてハンマケース 103 A の形状 (特に突き当て部の位置) を変更している。また、リングギヤ 23 A の前側円筒部でニードルベアリング 180 A の後方を押さえるようにしている。それ以外の構成部品は、図 15 ~ 図 17 で示したインパクト工具 101 と同じである。ここでは、ハンマ 140 の外周面の長さ L_H に比べて、ニードルベアリング 180 A の長さ L_N が短い。しかしながら、ハンマ 140 が前端位置から後端位置のいずれにおいても、長さ L_H と長さ L_N の少なくとも一部がオーバーラップする状態にある。また、図 18 (2) に示すようにハンマ 140 が後退した際には、ハンマ 140 の外周面 140 a の軸方向ほぼ中央付近でニードルベアリング 180 A と接するので、ハンマ 140 の姿勢が乱れることなくスムーズに回転する。このように、ハンマ 140 がどの前後位置にあっても針状ころと接する配置にできるならば、ニードルベアリング 180、180 A の前後方向の長さは任意に設定しても良い。

【0070】

次に図 19 を用いて第二の実施例の第二変形例に係るインパクト工具 101 B を説明する。図 19 に示すインパクト工具 101 B では、ニードルベアリング 180 B の形状を保持器付針状ころ軸受からシェル形針状ころ軸受に変更したものである。つまり、ニードルベアリング 180 B は、薄い鋼板にて外輪を形成して、その軌道面に針状ころ 181 とシェル 183 を組付けた軸受である。針状ころ 181 の軸方向両側であってシェルの内側には保持器 182 a、182 b が設けられる。ニードルベアリング 180 B の軸方向の長さは、図 15 で示したニードルベアリング 180 と同じである。また、ハンマケース 103 B の形状は、ニードルベアリング 180 B のサイズが径方向外側にやや大きくなったことに対応させた形状であるものの、基本構成は図 15 で示したハンマケース 103 と同じである。ニードルベアリング 180 B は、外輪たるシェル 183 が外周側に形成され、内周側には針状ころ 181 が配置されるので、内輪を用いずに回転軸 (針状ころ 181) を直接ハンマ 140 の外周面を軌道とすることが可能である。また、外輪が針状ころ 181 及び保持器 182 a、182 b から分離できない構造であるので、剛性が高く、ハンマケース 103 B に適切な嵌め合いで圧入するだけで軸線 A 1 方向の固定のために止め輪などが不要となる。

【0071】

図 20 は図 19 に示す打撃部及び被打撃部の展開斜視図である。前方側からハンマケース 103 B、アンビル 160、ハンマ 140、スピンドル 130 の順に配置されるという基本構成は、図 1 にて示した第一の実施例のインパクト工具 1 と同じである。カムボール 51 の数は 1 つである。ハンマケース 103 はカップ状であって、先端中央部に貫通穴が形成され、貫通穴の縁部から細径円筒部 103 a が形成される。細径円筒部 103 a の内側にはアンビル 160 を軸支するためのニードルベアリング 19 a が取り付けられる。ハンマケース 103 の円筒部 103 c の内側には、ニードルベアリング 180 B が挿入され、例えば中間ばめによって固定される。ニードルベアリング 180 B の内周側には、多数の針状ころ 181 が設けられ、その回転軸心方向は、スピンドル 130 の回転中心と平行方向になる。

【0072】

アンビル 160 はインパクト工具 101B の出力軸を形成すると共に、ハンマ 140 の被打撃部を形成する。その形状は図 2 で示したアンビル 60 とほぼ同じである。アンビル 160 は、その円筒形の出力軸部 161 の後方に、3 つの羽根部 163a ~ 163c による被打撃爪が形成されたものである。出力軸部 161 の前側端部には装着孔 161a が形成される。羽根部 163a ~ 163c は、回転方向に見て 120 度ずつ隔てるように均等に配置された被打撃爪であり、径方向外側に伸びるように配置される。被打撃部の後方の、円筒状の軸部 166 は、スピンドル 130 の嵌合孔 132 に係合する。

【0073】

ハンマ 140 は、スピンドル 130 にて保持される部材である。ハンマ 140 はスピンドル 130 に対して浮いた状態、又は、非接触状態の姿勢を保つように保持される。本実施例ではハンマ 140 の外周側にニードルベアリング 180B が位置するようにし、内周側にはニードルベアリングを装着していない。ハンマ 140 の前面側の外周 3 カ所には、軸方向の前方側（アンビル 160 側）に突出する 3 つの打撃爪 146a ~ 146c が、回転角で 120 度ずつ隔てるように配置される。打撃爪 146a ~ 146c の回転方向にみて 2 つの側面は、アンビル 160 の 3 つの羽根部 163a ~ 163c と衝突時に良好に面接触する。ハンマ 140 の外周面 140a は軸線と平行な筒状され、中央部には貫通孔 141a を有する。貫通孔 141a を形成する内周側であって前方側にはハンマカム溝 144 が形成される。ハンマ 140 の内周面の周方向の一箇所には壁部 145 が形成される。壁部 145 は前端側のスピンドル 130 の外周面と隣接又は当接する箇所となり、ハンマ 140 がスピンドル 130 に対する相対回転の姿勢維持に貢献する。ハンマ 140 の壁部 145 と周方向に対向する箇所には、組立時にカム溝内にカムボール 51 を挿入するための挿入溝 144a が形成される。

【0074】

スピンドル 130 のスピンドルカム溝 133 は 1 つだけ形成される。スピンドルカム溝 133 とハンマカム溝 144 及びカムボール 51 によるカム機構によって、ハンマ 140 はスピンドル 130 とほぼ連動するように回転する。ハンマ 140 のスピンドル 130 に対する回転及び軸方向移動は、ニードルベアリング 180B によって効果的に保持される。スピンドル軸部 131 の後方側には、減速機構 20 の遊星キャリア部となるフランジ部 137、138 が形成される。フランジ部 137、138 は、3 つのプラネタリーギヤ 22 のシャフトを軸支する。

【0075】

次に図 21 を用いて第二の実施例の第三変形例を説明する。図 21 に示すインパクト工具 101C では、ニードルベアリング 180 の代わりに焼結材からなるメタル 186 を用いたものである。メタル 186 はしまりばめによってハンマケース 103C の内側に固定する。このようにハンマ 140 の外周面をメタル 186 の接触面にて滑らすようにしても、ハンマ 140 の回転及び軸方向移動時の姿勢を効果的に保持できるので、ハンマ 140 の軸心が振れないように安定して保持できる。尚、ハンマケース 103C とインナカバー 17 に囲まれる空間内にはグリス等の潤滑油が潤沢に塗布されているので、外周側に位置するメタル 186 とハンマ 140 の間の摩擦力は十分に低減される。メタル 186 の後方側とリングギヤ 23 の前端部の間は、隙間 187 が開いているが、この空間を設けることは必須ではなく、リングギヤ 23 の形状を変更して前方側に延ばして隙間が生じない様に構成しても良い。

【0076】

第二の実施例のいずれの例においても、ハンマケース 103 の内周部にベアリングを配置し、ハンマ 140 の外周面を保持するように構成したので、ハンマ 140 の軸心がぶれずに安定した回転動作、打撃動作が可能となる。尚、第二の実施例では軸受部材としてニードルベアリングとメタルの例を示したが、ハンマ 140 と良好な摺動特性を有するならば、ニードル式でない他のベアリングであっても、その他の摺動材であっても良い。

【0077】

以上、本発明を 2 つの実施例に基づいて説明したが、本発明は上述の実施例や種々の変形

10

20

30

40

50

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更なる変更が可能である。例えば、上述のハンマ40は3本の打撃爪を配した構成にて説明したが、180度隔てた位置に打撃爪と羽根部を有する2本羽根のアンビルと、2つの打撃爪を有するハンマを用いるインパクト工具においても同様に適用できる。また、ハンマとスピンドルとの間、又は、ハンマとハンマケースの間に設けられる転動部材、軸受部材は、ニードルベアリングや上述の例だけに限られずにその他の部材を用いても良い。

【符号の説明】

【0078】

1...インパクト工具、2...本体ハウジング、2a...胴体部、3...ハンマケース、4...モータ、4a...回転軸、5...弾性カバー、6...トリガスイッチ、6a...トリガ、7...正逆切替レバー、9...制御回路基板、10, 10A...電池パック、11, 11A...ラッチボタン、12...出力切替スイッチ、13...冷却ファン、17...インナカバー、18a, 18b...軸受、19a...ニードルベアリング、19b...軸受、20...減速機構、21...サンギヤ、22...プラネタリーギヤ、23...リングギヤ、30...スピンドル、31...スピンドル軸部、32, 32D...嵌合孔、33...スピンドルカム溝、33a...逆転用溝部、33b...正転用溝部、33c, 33e...後端部、33d...前端部、34...嵌合孔、37...フランジ部、37a~37c...嵌合穴、38...フランジ部、38a...嵌合穴、39...円筒部、40, 40B, 40C, 40D...ハンマ、41...筒状部分、41a...貫通孔、41b, 41B...段差部、41c...後端部、41C...溝部、42...接続部、42a...前面、43...筒状部分、44...ハンマカム溝、44a...挿入溝、45...壁部、46a~46c...打撃爪、47a~47c...打撃面、48a~48c...打撃面、51...カムボール、52...スチールボール、53...ワッシャ、54...ハンマスプリング、55...ワッシャ、55a...くり抜き孔、56...ニードルベアリング、57...シェル、58...針状ころ、59...回転軸、60...アンビル、61...出力軸部、61a...装着孔、61b...細径部、61c...貫通穴、63, 63a~63c...羽根部、64a~64c...被打撃面、65a~65c...被打撃面、66...軸部、69...スチールボール、70...ビット保持部、71, 73, 75...実線(打撃爪前方角部の移動軌跡)、72, 74, 76...点線(打撃爪後方角部の移動軌跡)、78a~78c...突起部、81, 83...スピンドル軸部、82, 84...スピンドルカム溝、82a, 84a...逆転用溝部、82b, 84b...正転用溝部、85...焼結メタル、86...リング88a~88c...突起、91, 92...プロット群、101, 101A~101C...インパクト工具、102...本体ハウジング、102a...胴体部、102b...ハンドル部、102c...拡径部、103, 103A~103C...ハンマケース、103a...細径円筒部、103b...垂直壁、103c...円筒部、103e...突き当て部、104...モータ、130...スピンドル、131...スピンドル軸部、132...嵌合孔、133...スピンドルカム溝、137...フランジ部、140...ハンマ、140a...外周面、141a...貫通孔、144...ハンマカム溝、144a...挿入溝、145...壁部、146a~146c...打撃爪、149...(ハンマ外周面の)前後方向中心位置、160...アンビル、161a...装着孔、163a~163c...被打撃爪、180, 180A, 180B...ニードルベアリング、181...針状ころ、182a, 182b...保持器、183...シェル、185...(ニードルベアリングの)前後方向中心位置、186...メタル187...隙間、201...インパクト工具、202...本体ハウジング、202a...胴体部、202b...ハンドル部、202c...拡径部、203...ハンマケース、217a, 217b...吸気口、217c...排気口、219a...ニードルベアリング、219b...軸受、220...遊星歯車減速機構、230...スピンドル、231...スピンドル軸部、233, 234...スピンドルカム溝、233a, 234a...逆転用溝部、233b, 234b...正転用溝部、237...フランジ部、238...フランジ部、239...円筒部、240...ハンマ、241c...潤滑溝、244, 245...ハンマカム溝、246a, 246b...打撃爪、251, 252...カムボール、254...ハンマスプリング、260...アンビル、261a...装着孔、263a, 263b...被打撃爪、A1...(モータの)軸線、TB1...離脱トルク、TB2...離脱トルク

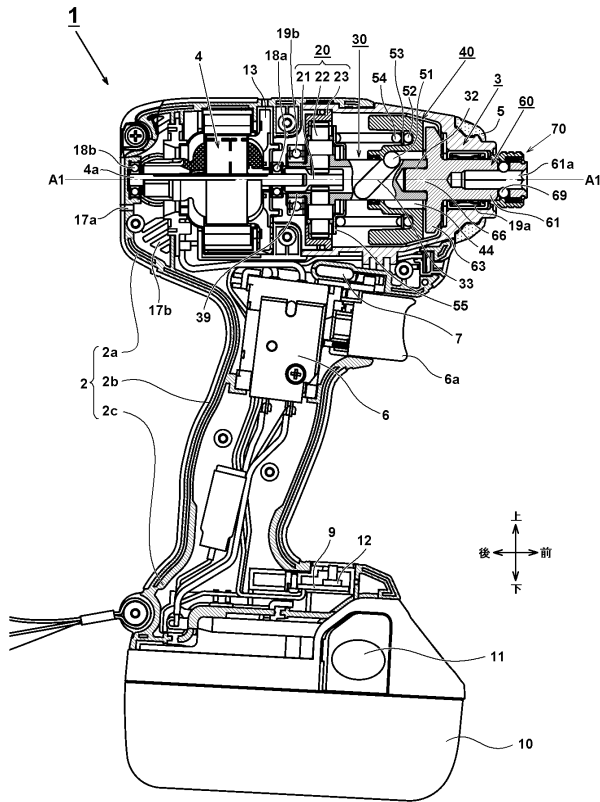
10

20

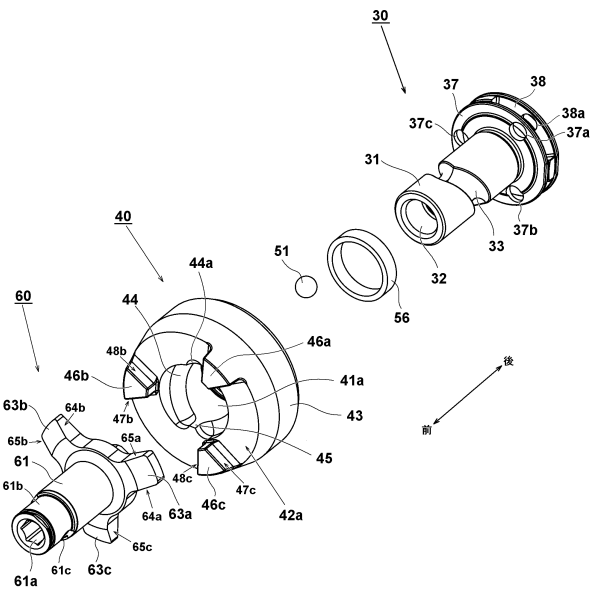
30

40

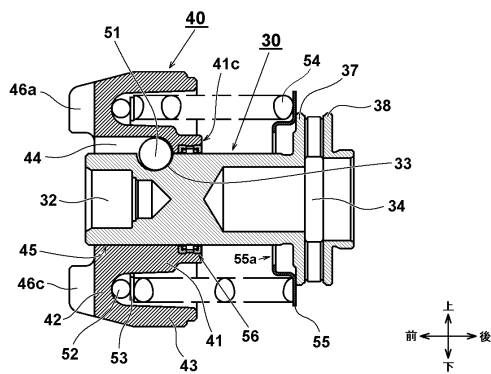
【図 1】



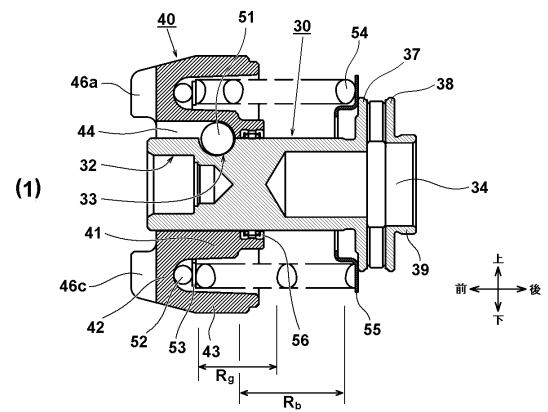
【図 2】



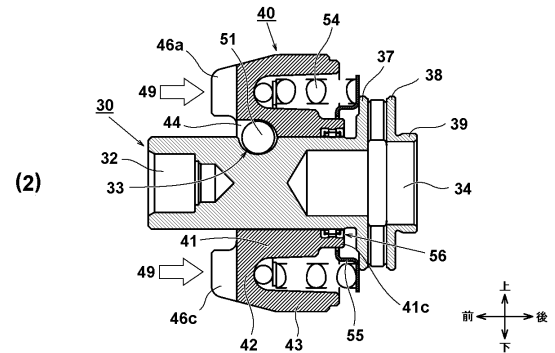
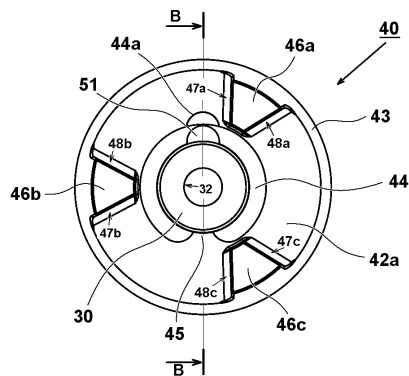
【図 3】



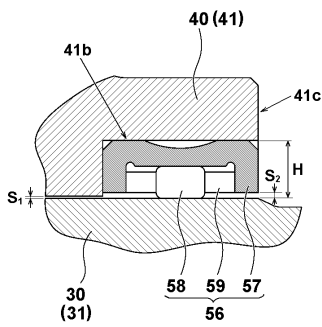
【図 5】



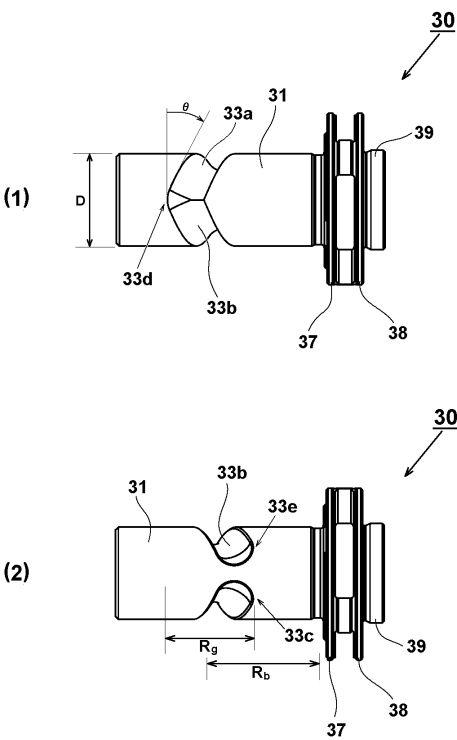
【図 4】



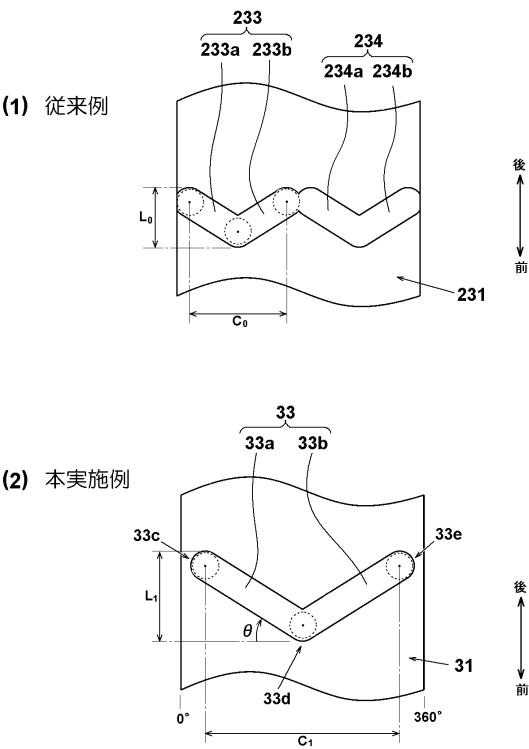
【図 6】



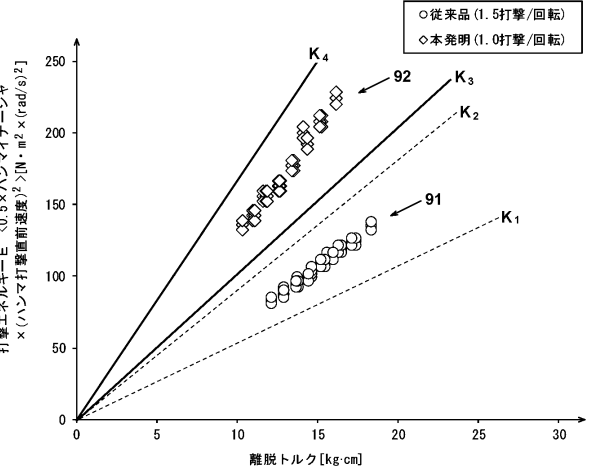
【図 7】



【図 8】



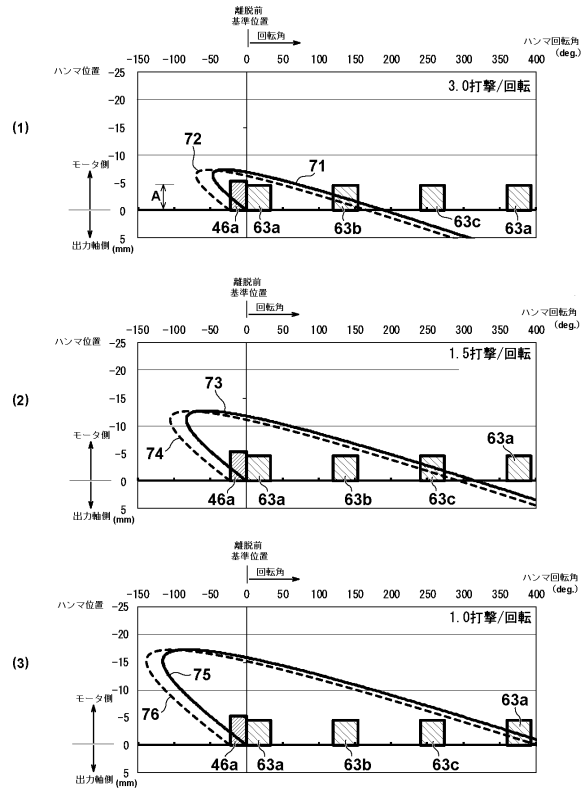
【図 9】



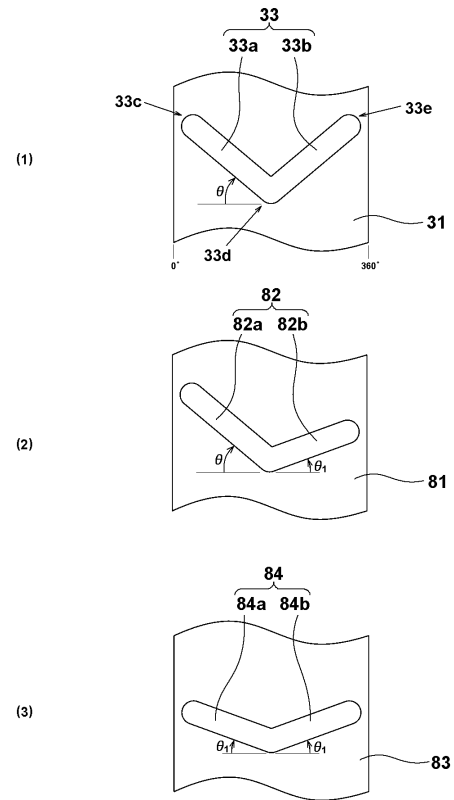
【図 10】

項目	従来例	本実施例
スピンドル直径 (mm)	13.8	13.8
被締結材からの反発率	0.31	0.41
ハンマバック量 (mm)	10.5	17.3
可能ハンマバック量 (mm)	10.5	19.6
離脱トルク (N・m)	15.9	13.5
打撃エネルギーE	97	181

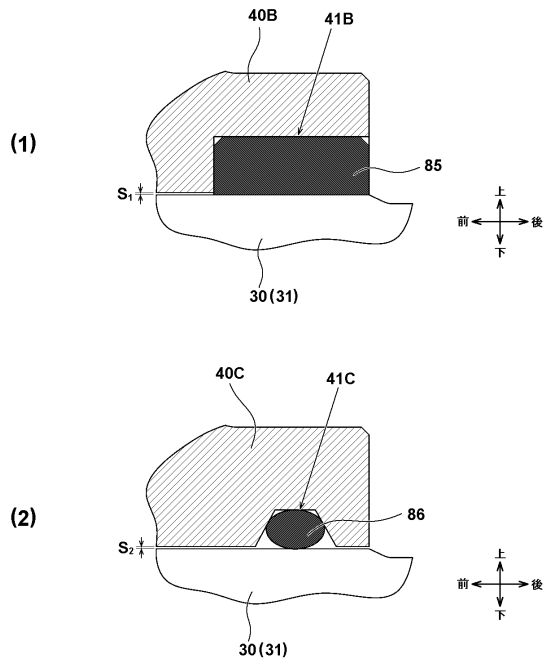
【図 1 1】



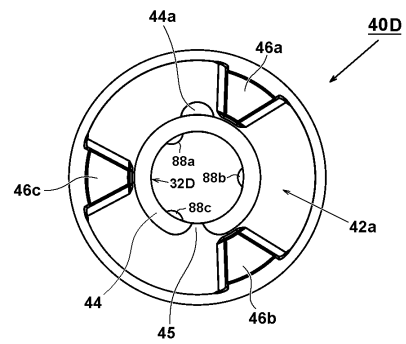
【図 1 2】



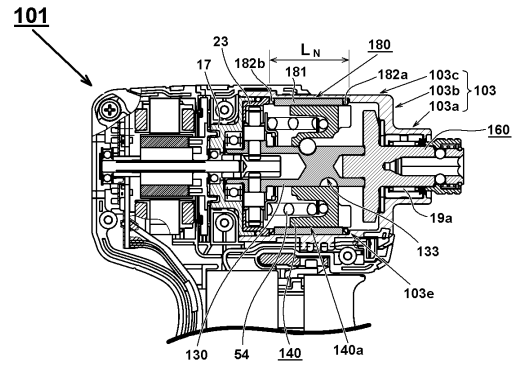
【図 1 3】



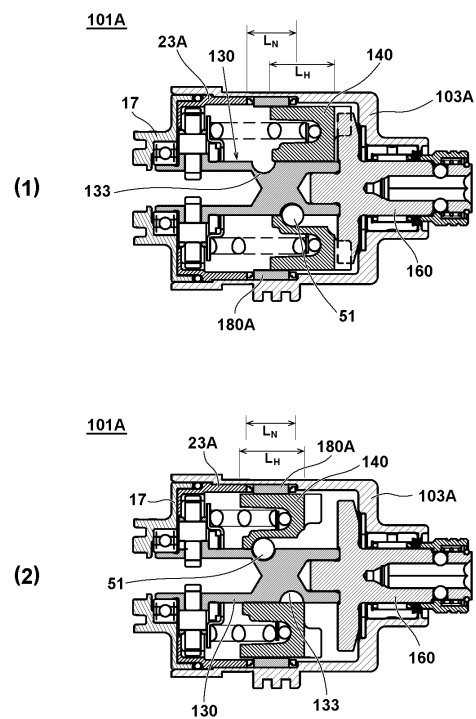
【図 1 4】



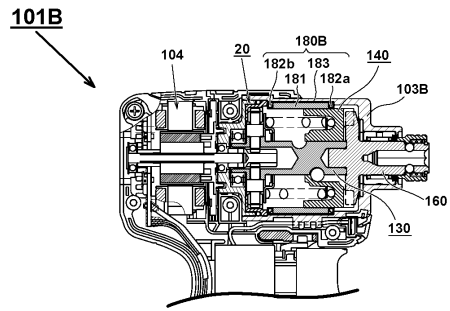
【 図 1 6 】



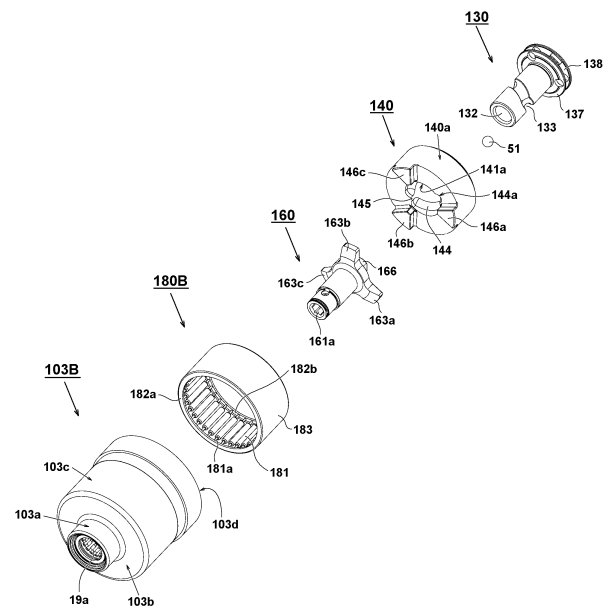
【 図 1 8 】



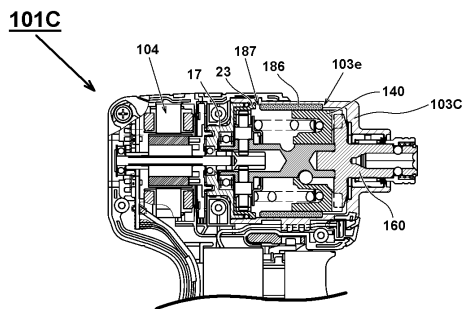
【図 19】



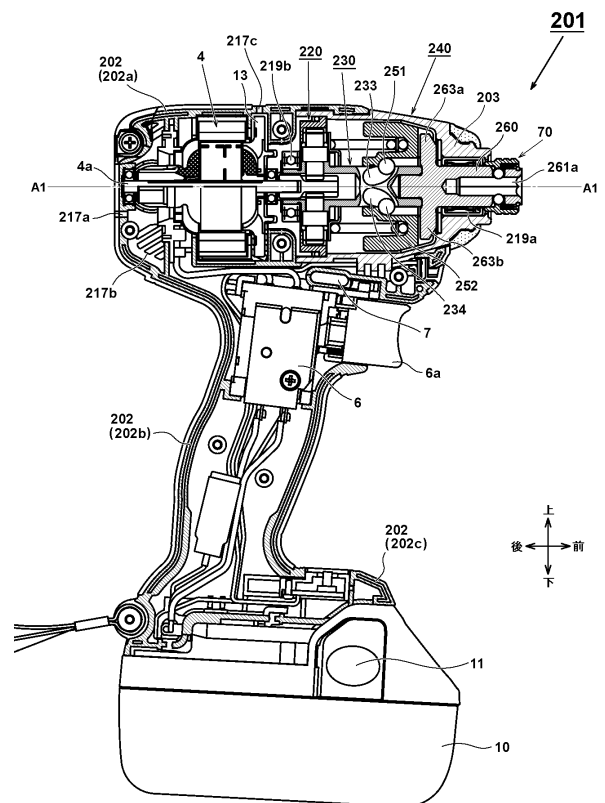
【図 20】



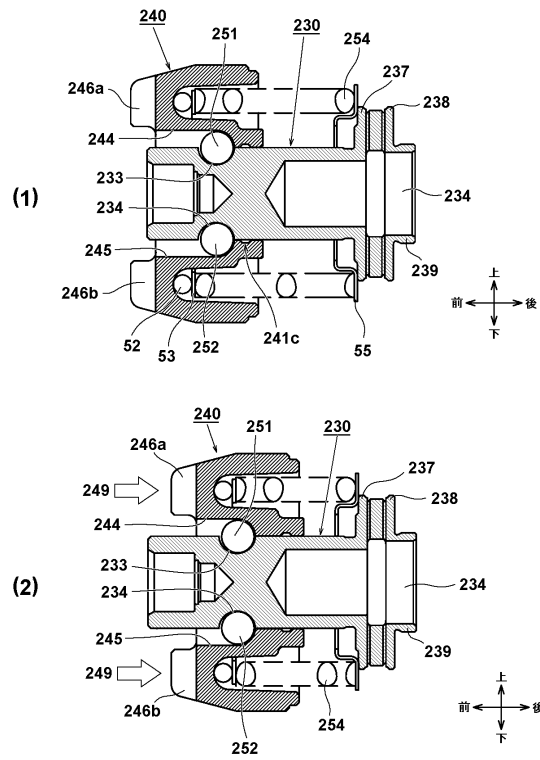
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2016 - 159383 (JP, A)
米国特許第 3030839 (US, A)
特開 2017 - 035772 (JP, A)
米国特許第 2907240 (US, A)
米国特許出願公開第 2014 / 0338946 (US, A1)
米国特許第 3053360 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25B21/02