

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7681508号
(P7681508)

(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		
F 1 6 B	39/24 (2006.01)	F 1 6 B	39/24	B
F 1 6 B	39/282 (2006.01)	F 1 6 B	39/282	A
B 2 5 B	21/00 (2006.01)	B 2 5 B	21/00	B
		B 2 5 B	21/00	C
		B 2 5 B	21/00	F
		請求項の数 4		(全111頁) 最終頁に続く
(21)出願番号	特願2021-523925(P2021-523925)	(73)特許権者	511253276	
(86)(22)出願日	令和1年11月1日(2019.11.1)		ハイトーク ディビジョン ユネックス	
(65)公表番号	特表2022-506522(P2022-506522 A)		コーポレーション	
(43)公表日	令和4年1月17日(2022.1.17)		アメリカ合衆国, ニュージャージー 0	
(86)国際出願番号	PCT/US2019/059438		7 4 3 0, マファ, ルート 1 7 ノース	
(87)国際公開番号	WO2020/092932	(74)代理人	100099759	
(87)国際公開日	令和2年5月7日(2020.5.7)		弁理士 青木 篤	
審査請求日	令和4年10月31日(2022.10.31)	(74)代理人	100123582	
(31)優先権主張番号	62/754,563		弁理士 三橋 真二	
(32)優先日	平成30年11月1日(2018.11.1)	(74)代理人	100092624	
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 鶴田 準一	
(31)優先権主張番号	62/887,357	(74)代理人	100114018	
(32)優先日	令和1年8月15日(2019.8.15)		弁理士 南山 知広	
最終頁に続く		(74)代理人	100153729	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ねじ締結具を締め付けるための装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ねじ締結具の締め付け又は緩みによって発生する対抗トルクを受ける緩み防止直接張力指示反作用ワッシャであって、

動力工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、
中央孔から外側の領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する下面と、
中央孔に向かう領域においてバイアスされた摩擦係数増加処理手段とを有する上面と、
を備え、
外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分に配置され、前記下面の幅よりも小さい幅まで前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分に配置され、前記中央孔から前記上面の幅よりも小さい幅まで外側に延在する、前記上面と、
を備える、緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

【請求項2】

前記摩擦係数増加処理手段は、前記中央孔を取り囲む、請求項1に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

【請求項3】

ワッシャ半径を画定する外側端と、
空隙半径を画定する中央孔と、

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分に配置され、前記空隙半径よりも大きい内径を画定するように前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分に配置され、前記中央孔から外側に延在して、前記空隙半径よりも大きい前記ワッシャ半径よりも小さい外側半径を画定する、前記上面と、

を備える、請求項 1 又は 2 に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

【請求項 4】

前記上面および前記下面が実質的に平坦である、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願と特許の相互参照)

本出願は、以下の共有及び／又は同時係属中の特許出願について優先権を主張し、及び／又はそれらの継続特許出願又は部分継続出願のどちらかであり、それらの出願の全体は参照により本明細書に組み込まれる。

「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2019 年 8 月 15 日の出願日を有する米国特許出願第 62/887,357 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2018 年 11 月 1 日の出願日を有する米国特許出願第 62/754,563 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2017 年 10 月 30 日の出願日を有する米国特許出願第 15/570,743 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2017 年 10 月 30 日の出願日を有する米国特許出願第 15/570,684 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2017 年 10 月 30 日の出願日を有する米国特許出願第 15/570,670 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2017 年 10 月 30 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2017/059121 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2016 年 3 月 2 日の出願日を有する米国特許出願第 63/302,389 号明細書、及び「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2016 年 4 月 28 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2016/029899 号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2017 年 3 月 2 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2017/020548 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2016 年 3 月 2 日の出願日を有する米国特許出願第 62/302,389 号明細書、及び「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2015 年 4 月 28 日の出願日を有する米国特許出願第 62/153,619 号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2016 年 4 月 28 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2016/029899 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2014 年 6 月 13 日の出願日を有する米国特許出願第 62/012,009 号明細書、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2014 年 4 月 24 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2014/035375 号明細書、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2014 年 2 月 18 日の出願日を有する米国特許出願第 61/940,919 号明細書、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2013 年 12 月 17 日の出願日を有する米国特許出願第 61/916,926 号明細書、「ねじコネクタを締め付けるための装置」という名称で 2012 年 8 月 9 日の出願日を有する米国特許出願第 13/577,995 号明細書、及び「ねじ締結具を締め付け、緩めるための方法」という名称で 2011 年 5 月 23 日の出願日を有する米国特許出願第 13/113,693 号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2014 年 12 月 17 日の出願日を有する国際出願 PCT/US2014/70996 号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で 2014 年 6 月 13 日の出願日を有する

10

20

30

40

50

米国特許出願第62／012，009号明細書、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2014年4月24日の出願日を有する国際出願PCT／US2014／035375号明細書、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2014年2月18日の出願日を有する米国特許出願第61／940，919号明細書、及び「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2013年12月17日の出願日を有する米国特許出願第61／916，926号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2014年12月17日の出願日を有する国際出願PCT／US2014／71000号明細書；ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2011年2月9日の出願日を有する国際出願PCT／IB2011／001019号明細書の優先権を主張し、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2011年1月5日及び2010年2月9日の出願日を有する米国特許出願第61／430，105号明細書及び米国特許出願第61／302，598号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2012年8月9日の出願日を有する米国特許出願第13／577，995号明細書；ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2012年2月2日の出願日を有する国際出願PCT／US2012／023693号明細書の優先権を主張し、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2011年8月2日の出願日を有する国際出願PCT／IB2011／002658号明細書の優先権を主張し、「ボルト締め中のねじり連成のための円錐幾何学形状」という名称で2010年8月2日の出願日を有する米国特許出願第61／370，015号明細書の優先権を主張する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2013年3月27日の371（c）（1）（2）（4）を有する米国特許出願第13／814，229号明細書；「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2015年4月28日の出願日を有する米国特許出願第62／153，619号明細書；及び／又は「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称で2016年3月2日の出願日を有する米国特許出願第62／302，389号明細書。

【0002】

本出願は、以下の特許出願（単数または複数）に関連し、その出願の全体は参照により本明細書に組み込まれる。

「直接張力を表示するワッシャ」という名称で1998年6月23日の発行日を有する米国特許第5，769，581号明細書の継続出願である、「直接張力を表示するワッシャ」という名称で1999年8月3日の発行日を有する米国特許第5，931，618号明細書；「第1及び第2の高さのバンプを有する直接多数の張力を表示するワッシャ」という名称で2002年7月30日の発行日を有する米国特許第6，425，718号明細書；「直接張力を表示するワッシャを作る方法」という名称で2011年8月23日の発行日を有する米国特許第8，002，641号明細書；「ねじコネクタを締め付け、緩めるためのワッシャ」という名称で2011年12月20日の発行日を有する米国特許第8，079，795号明細書；「ねじコネクタを締め付け、緩めるための方法」という名称で2015年3月17日の発行日を有する米国特許第8，978，232号明細書；締結装置」という名称で1991年12月3日の出願日を有する米国特許第5，137，408号明細書；「機械的張力器具」という名称で1992年5月7日の出願日を有する米国特許第5，318，397号明細書；「ロックナット」という名称で1996年4月26日の出願日を有する米国特許第5，622，465号明細書；「スタッドを伸ばし、緩めるための方法及び装置」という名称で1995年6月13日の出願日を有する米国特許第5，640，749号明細書；「ロックナット」という名称で1997年10月17日の出願日を有する米国特許第5，888，041号明細書；「ボルト部材とスリーブに力を適用するためのボルト部材を有するボルト、ワッシャ及びスリーブ」という名称で1998年3月3日の出願日を有する米国特許第6，254，322号明細書など。

【背景技術】

【0003】

ボルト、スタッド、ナットおよびワッシャを含むねじ締結具は公知であり、伝統的なボ

10

20

30

40

50

ルト締結用途で使用される。産業用途のメンテナンスと修理は、これらのねじ締結具を緩めることで始まり、そして締め付けることで終わる。当然のことながら、産業界は、定期的な、予期せぬ、及び／又は緊急の保守及び／又は修理中の生産損失を低減しようとする。

【0004】

螺旋状ねじ要素による機械的締結は、典型的にはボルト、スタッド、ねじ、ナットおよびワッシャで達成される。ワッシャは、締結具と固定部品の上に配置できる薄い部材である。ワッシャは、通常、組み立てられた要素の摩擦による損傷を防止するために使用される。ワッシャは応力を均等に分配し、摩擦損失を制御するためにも一般的に使用されている。

【0005】

従来のナットは、通常、連続的で均質な鋼の単一片から作られる。外側の幾何学的形状は、通常、回転カップリングの特徴部を有し、その結果、外側の嵌合装置または工具でトルクをかけることによって締め付けることができる。最も一般的な回転カップリング特徴部は六角形であるが、正方形、多重六角形、スロット、スプライン、溝または穴のような特徴部を含む任意の他の回転カップリング手段が考えられる。ナットは、通常、スタッドのねじと嵌合するために螺旋状のねじを有する内径を有し、これにより、スタッドとナットとの間の相対的な回転運動のみで、ナットをスタッド上で平行移動させることができる。言い換えると、それらは、負荷を保持し、及び／又は負荷を雄ねじ締結具に伝達するために使用される。

【0006】

ねじ締結具を締め付け及び／又は緩める2つの方法、すなわちトルク及び張力がある。しかしながら、出願人による革新までは、同じ工具を用いて液圧式トルク適用及び液圧式張力適用を実施することはできなかった。操作者はねじ締結具にトルクを付与し、及び張力を付与するために別々の工具を必要とした。

【0007】

トルク法は以下の利点がある。すなわち、ほとんどの既存のねじ締結具に適用でき、ナットの事前計算された回転抵抗の5パーセント（5%）以内の精度であり、意図せぬ緩みを回避し、張力法よりも均一な周囲ボルト荷重を保証し、そして不均一な潤滑剤、ナットの下側又はフランジの上面の異物粒子、及び軽微なねじ損傷を克服する。しかしながらトルク法は以下の欠点がある。すなわち、未知であるねじ山摩擦及び面摩擦の両方を被り、ねじ締結具の底部を静止させておくための他の側でナットに適用されるバックアップ・レンチを使用することを必要とし、未知の残留ボルト荷重をもたらす、そしてボルトのねじり及び側面荷重を被り、これらは両方ともボルト締結用途に不都合な影響を及ぼす。ボルト締結においてトルク法を持続可能且つ正確に用いるためには、ねじ山摩擦及び支承面摩擦を達成し、そしてねじり及び側面荷重を排除することが必要となる。

【0008】

張力法の利点は、ねじり及び側面荷重がないことにある。しかしながら張力法は以下の欠点がある。すなわち、ボルトを張力器具によって上方に向かって引張ることができるように、ボルトがナットを超えてその周りに少なくともボルトの直径分だけ張り出すことが必要となることにより、しばしばボルトとナットとの交換を必要とし、精度が推定回転抵抗の25%以内であるにすぎず、予測不能な手動のナット着座をもたらす、両方とも未知のねじ山摩擦及び面摩擦を被り、しばしば過剰に引張って締結具を延伸することがなく、プラーからの荷重の伝達に起因して制御不能な締結具の弛緩を招き、そして未知の残留ボルト荷重をもたらすという欠点を有する。ボルト締結において張力法を持続可能且つ正確に用いるためには、スタッド／ボルトの引張り及び荷重伝達を排除することが必要になる。

【0009】

トルク動力工具が当業者に知られており、これらは空気圧式、電気式、及び液圧式に駆動されるものを含む。トルク動力工具は、ねじ締結具を締め付け且つ／又は緩めるための回転力、及び等しい逆の反力を生成する。液圧式張力器具は液圧をボルトに加えるために引張具を使用する。液圧は通常、所望のボルト伸長よりも10%～20%高くなり、これ

10

20

30

40

50

によってスタッドは過剰に引張られることになる。次いでナットを密着するまで手で締め付け、シリンダにかかる圧力を軽減し、スタッドがばね力によって戻り、そして荷重がブリッジからナットへ伝達され、これによりナットはクランプ力で接合部を圧縮する。

【0010】

トルクに関連して、伝統的な反作用取付具は実現可能且つアクセス可能な静止対象物、例えば隣接締結具に当接することにより、締結具が前方に向かって回転している間、工具のハウジングが後方に向かって回転するのを阻止する。この当接力はボルト軸線に対して垂直な引張り力、又は側面荷重を、締め付けられるべき又は緩められるべきナットに加える。スクエア駆動工具の反作用は反作用アームを通して、工具のシリンダ端部を振り外そうとし、且つ／又は駆動工具を曲げようとする反作用アームを通して伝わる。なお、同軸反作用伝達における出願人の技術革新はHYTORC（登録商標）・AVANTI（登録商標）に見いだされる。従来技術の伝統的な反作用取付具の技術進化は、例えば、特許文献1-7に開示されている。これらの文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。

10

【0011】

産業界は厄介で複雑な液圧式張力器具から離れつつあり、さらにまた、ねじり及び側面荷重を締結具に加えることに基づくトルク適用からも離れつつある。実際に機械的張力を付与することの評判が極めてよい。

【0012】

出願人はボルト締結を発展させ、HYTORC（登録商標）・NUT（登録商標）機械的張力器具製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具によって、ボルト締結の数多くの難題を解決した。HYTORC（登録商標）・NUTは自己反作用性ナットの一例であり、内側スリーブと、外側スリーブと、ワッシャとを含む。外側スリーブへの入力トルクの適用のための反作用点としてワッシャを使用する。反作用締結具では、外側スリーブはナットとして機能し、一方、内側スリーブはスタッドの延長部となり、ワッシャと回転カップリングされる。この回転カップリングは外側スリーブへのトルクの適用中に、内側スリーブとスタッドスレッドとの間の摺動運動を防止する。従来のナットと同じ外側形状を持つ自己反作用性ナットは、より高い支承面応力を受ける。支承面応力は、標準的なナットよりも薄い肉厚の原因となる内側スリーブのための空間を許容するように、外側スリーブの内径が増加するためより大きい。

20

30

【0013】

更に、ボルト締結に使用される締結具にトルク出力装置の反作用軸又は出力軸を連結又は嵌合させる装置も知られている。自己反作用性の3部品機械式張力締結具は典型的にはスプライン、六角形または正方形の特徴を有し、トルク入力装置の反作用部材とねじりカップリングを可能にする。これは、2つの部品間の機械的回転干渉で達成される。この干渉は、典型的には2つの部品間の回転を防止する任意の2つの嵌合特徴部間の雄型および雌型係合によって生成される。

【0014】

出願人はボルト締結を発展させ、HYTORC（登録商標）・SMARTSTUD（登録商標）機械的張力器具製品種目と、それに使用するドライバおよび工具で多くのボルト締結の課題を解決した。HYTORC（登録商標）・SMARTSTUDは、3ピースの機械的張力スタッド装置の一例である。それらは、スタッド、ナットおよびワッシャからなる。スタッドは、両端に雄ねじを有する。上側のねじ山の下で、スタッドはスプライン又は他の幾何学的形状を有し、ワッシャの内径との回転カップリングをなす。また、スタッドの頂部側はスプライン又は他の幾何学的形状を有し、トルク入力装置の反作用シャフトとの回転カップリングを可能にする。ナットは、スタッドの上側のねじ山と係合するように雌ねじが切られている。ナットはトルク入力装置からのトルクの導入を可能にするために、スプライン又は他の幾何学的形状を有することになる。ワッシャは、スプラインまたはスタッドの頂部ねじ山の下他の幾何学的形状と回転可能に嵌合する内側幾何学的形状を有する。

40

50

【0015】

ボルト締め用途において、応力は典型的には材料の弾性限界に近い。HYTORC（登録商標）・SMARTSTUDをトルク入力装置に結合する反作用特徴部は、通常、弾性材料を損傷から防ぐためにオーバーサイズにする必要がある。従って、スタッドの上面に正方形、六角形又は内側スプライン孔のような内側特徴部に対して、大きいトルクを作用させることは、公知の結合特徴部では不可能である。したがって、高応力を受けるボルト締結の用途では、トルク入力装置から十分な大きさの反作用シャフトを連結することができるような、スタッドの頂部側に外側特徴部を有しなければならない。

【0016】

換言すれば、HYTORC（登録商標）・NUTは一方が他方の内側にある2つのスリーブを有し、それによって、内側スリーブは、内側スリーブの軸線方向運動だけが可能になるように、スプラインワッシャと結合されている。内側スリーブはスタッド又はボルトにユニットとして螺合される。独自仕様のドライバが内側スリーブを保持し、外側スリーブを回転させる。スタッドは内側スリーブと共に引き上げられ、そして、液圧式張力器具と同様に、過剰延伸及びスプリングバックを伴わずに張力を付与される。内側ナットは荷重下でスタッドのねじ山に対して回転することは決してなく、ボルトのねじ山のかじり又は他の損傷の可能性をなくする。HYTORC（登録商標）・NUTは、締結中及び弛緩中に工具の作用力及び反力を機械的に利用し、トルクを張力法におけるような引張り作用ではなく、ねじりなしのボルト延伸作用に変換し、正確なボルト荷重較正を可能にするとともに、トルク法と比較して、所望の残留ボルト伸長又は荷重を正確に設定し且つこれを達成し、側面荷重、ねじり、荷重伝達及び弛緩、反作用アーム、バックアップ・レンチ、引張具及びブリッジを排除し、臨界的な用途のためのボルト伸長測定を排除し、安全性、エラーなしのボルト締結可能性、接合部の信頼性、及び速度を高め、ボルト締結時間を50%超だけ削減し、そして変更なしに全ての接合部上で作業する。これはボルトを引張る代わりに延伸することによってトルク及び張力を改善し、安全でない、締結具及び接合部を損傷する機械的リバウンドを防止する。操作者はどの場所においても降伏点の30%～90%でボルト荷重を設定して達成する。

【0017】

HYTORC（登録商標）・NUT及びHYTORC（登録商標）・SMARTSTUDの技術進化は、例えば出願人の特許文献1～19に開示されており、これらの全体は本明細書中に参考として援用される。

【0018】

しかしながら、HYTORC（登録商標）・NUTおよびHYTORC（登録商標）・SMARTSTUDは一連の課題を抱えている。最終使用者は標準的なナットを、精密機械加工、処理、及び潤滑を施されたユニットと交換しなければならない。加えて、内側スリーブはワッシャとの結合点で比較的半径方向に厚い必要がある。このような結合は外側スリーブに加えられる反力全体を保持できるときもある。加えて、HYTORC（登録商標）・NUTは高い製造コストがかかり、コストを最小化する伝統的なボルトの最終使用者に販売することはしばしば難しい。さらに、HYTORC（登録商標）・NUTのいくつかのバージョンにおいて、ナットは2つのスリーブを有するように構成されなければならないので、両スリーブの材料は通常のナットよりも少ない。このことは高強度材料の使用を必要とし、これは顧客の一部が材料を変えることを嫌がり、未知のものを恐れる原因となる。HYTORC（登録商標）・NUTの他のバージョンでは、ボルトの変更が必要であり、これには高いコストがかかり、業界に容易には受け入れられない。

【0019】

出願人は、ボルト締結を発展させ、HYTORC（登録商標）製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具によって、ボルト締結の数多くの難題を解決した。HYTORC（登録商標）・WASHER（登録商標）は、螺旋ねじ締結具のナット及びボルトをトルク適用するための反作用点として使用される反作用ワッシャの最初の例であ

った。反作用ワッシャはボルト又はスタッドの荷重軌道内に位置決めされ、ひいては常に同一の荷重を受ける。反作用ワッシャシステムにおいて、回転トルクが上側のナット又はボルトに加えられる一方、逆の反作用トルクが反作用ワッシャに付与される。上側のナット又はボルト、及び嵌合する反作用ワッシャは同一の荷重及びトルクを受ける。従って、摩擦力のみが相対運動を支配する。摩擦係数の低い構成部分は運動する傾向があり、これに対して他の構成部分は相対的に固定されたままになる。

【0020】

HYTORC（登録商標）・WASHER（登録商標）自己反作用荷重ワッシャは、伝統的なボルトのねじ山と結合される雌ねじ部分を有している。このワッシャは通常のナットの下側に嵌まり、ボルトの回転を阻止する一方、駆動工具のための反作用点を提供する。このワッシャは独自の二重ソケットで締め付けられる。外側ソケットはワッシャを保持し、そして内側ソケットが通常のナットを回転させ、これによりワッシャを通してスタッドを引き上げる。工具の反力はHYTORC（登録商標）・WASHERを定置に保持する保持力に変換される。ボルトの伸長によって軸線方向部分がHYTORC（登録商標）・WASHERの内側に動かされるまでナットが回転させられるときに、保持力は部分、ひいてはボルトを定置に保持する。これはボルトを引張る代わりに延伸することによってトルク及び張力を改善する。荷重の伝達—弛緩、又は機械的リバウンドがないことにより、降伏点の90%までの延伸が可能である。

10

【0021】

HYTORC（登録商標）・WASHERは、より均一な残留ボルト荷重のための既知の支承面摩擦を提供し、座繰り面の精密機械加工を必要とせず、ボルト締結処置のねじり及び側面荷重を最小化し、ボルトがナットと共に回転するのを防止し、反作用アーム及びバックアップ・レンチの必要なしに真直ぐな軸線方向ボルト延伸を生成し、残留ボルト荷重、及び周囲接合部圧縮の均一性を高め、セットアップ時間を低減し、ボルト締結速度を高め、逆さまの適用においても、ボルトは軸線方向に配向され、ハンズフリーが可能になり、ボルト締結の安全性を高め、そして締結具及び接合部の損傷リスクを最小化する。

20

【0022】

HYTORC（登録商標）・WASHER製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具の技術革新は、例えば出願人の出願人の特許文献20～30に開示されており、これらの全体は参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0023】

しかしながら、HYTORC（登録商標）・WASHERは一連の難題を抱えている。このワッシャは不要の高さをボルト締結用途に加える。締め付け時に2つ又は3つ以上のねじ山がナットから突出することを要求する規制に基づき、末端最終使用者は標準的なスタッド及びボルトをより長いバージョンとしばしば交換しなければならない。加えて、HYTORC（登録商標）・WASHERは伝統的なワッシャよりも高い製造コストがかかり、コストを最小化する伝統的なボルトの最終使用者に販売することはしばしば難しい。さらに、HYTORC（登録商標）・WASHERは自由に、そしてナット摩擦が高い場合には反対方向に回転する。操作中、HYTORC（登録商標）・WASHERは2つの面摩擦を有し、ナットは面摩擦及びねじ山摩擦を有するので、それぞれの摩擦全体は同一に近く、すなわちHYTORC（登録商標）・WASHERは回転するかもしれず、或いはナットが回転するかもしれない。このことを回避するために、プリロードが必要とされる。このプリロードは、HYTORC（登録商標）・WASHER及びナットの両方が同時に下方に回転させられる場合には達成することができない。最後に側面荷重及びねじりが排除されるにもかかわらず、腐食がねじ山内にまだ蓄積し、これによりねじ山のかじりは排除されない。

40

【0024】

出願人はさらに産業用ボルト締結を発展させ、HYTORC（登録商標）・SMART WASHER（登録商標）製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具によって、ボルト締結の数多くの難題を解決した。ねじコネクタを締め付け且つ緩めるた

50

めに使用されるこのような自己反作用を有する多目的ワッシャはナットと、軸線を有するボルトとを含み、ボルトは、ナットと対象物との間にワッシャが介在した状態で対象物内に導入されるので、一方の軸線方向側のワッシャの第1支承面はナットと協働し、反対の軸線方向側のワッシャの第2支承面は対象物と協働する。ワッシャは、ボルトの直径よりも大きいように構成された半径方向内側の開口と、工具の反力を吸収するように構成された半径方向外側の表面とを有する半径方向外側のボディを含み、ワッシャはさらに、半径方向内側の開口内の外側ボディ内側に半径方向に配置された、ボルトのねじ山と係合可能な半径方向内側の部分を含み、この部分は、ボディに対して制限付き軸線方向摩擦運動することによって外側ボディに結合可能であり、ワッシャはさらに、半径方向内側のセグメントとナットとの間に配置されるように構成されたスペーサを含み、スペーサもまた半径方向内側の開口内の外側ボディ内側に半径方向に配置されており、そして半径方向内側の部分から軸線方向に間隔を置かれている。外側ボディと、半径方向内側の部分と、スペーサとは、組み立てることができ、そして分解することができ、また共に又は個別に使用することができる。

【0025】

出願人は、均一かつ正確なボルト伸長が必要である用途のために、半径方向外側のボディと半径方向内側の部分とを、ナットと対象物との間に共に介在させた状態で使用した。ナットが所与の力で工具によって回転させられると、半径方向外側のボディは工具から所与の力を反対方向で受容する。半径方向外側のボディは静止したままである一方、ボルトのねじ山と係合する半径方向内側の部分は、ボルトの回転を積極的に阻止する。ボルトだけが伸長又は弛緩する。この場合、ワッシャは半径方向外側のボディと半径方向内側のセグメントとから成り、張力ワッシャとして機能する。

【0026】

出願人は、正確なボルト伸長が必要であり、ボルト伸長を制御しなければならない用途のために、半径方向外側のボディと半径方向内側の部分とスペーサとを、ナットと対象物との間に介在させた状態で使用した。ナットが所与の力で工具によって回転させられると、半径方向外側のボディは工具から所与の力を反対方向で受容する。半径方向外側のボディは静止したままである一方、ボルトのねじ山と係合する半径方向内側の部分は、ボルトの回転を積極的に阻止する。ボルトだけが伸長又は弛緩し、同時に半径方向内側の部分が軸線方向に動く一方、スペーサは部分の軸線方向運動を制限する。この場合、ワッシャは半径方向外側のボディと半径方向内側の部分とスペーサとから成り、高精度ワッシャとして機能する。

【0027】

出願人は、均一かつ正確なボルト伸長が必要でない場合の通常の用途のために、ワッシャの半径方向外側のボディだけを、ナットと対象物との間に介在させた状態で使用した。ボディの半径方向外側の面は、工具がナットに回転力を加えた時に、等しい逆の反力を吸収するために使用される。ナットは回転するがしかし半径方向外側のボディは静止したままであり、そしてこの場合、ワッシャは半径方向外側のボディだけから成り、反作用ワッシャとして機能する。

【0028】

HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERは、HYTORC（登録商標）・WASHERの利点をより低コストでよりフレキシブルなパッケージで提供する。HYTORC（登録商標）・SMARTWASHER製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具の技術進化は、例えば、出願人の特許文献31に開示されており、その全体は参照により本明細書に組み込まれる。

【0029】

しかしながら、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERは、HYTORC（登録商標）・WASHERと同様に一連の難題を抱えている。このワッシャは不要の高さをボルト締結用途に加える。締め付け時に2つ又は3つ以上のねじ山がナットから突出することを要求する規制に基づき、最終使用者は標準的なスタッド及びボルトをより長い

10

20

30

40

50

バージョンとしばしば交換しなければならない。加えて、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERは伝統的なワッシャよりも高い製造コストがかかり、コストを最小化する伝統的なボルトの最終使用者に販売することはしばしば難しい。とりわけ出願人は、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERの半径方向外側のボディだけが反作用ワッシャとして使用される場合には、均一、正確、且つ精密なボルト伸長は可能でないと考えた。加えて、半径方向外側のボディと共にねじインサートを使用すると、均一で正確なボルト伸長がもたらされたが、しかしスタッドの移動はワッシャ厚さに制限される。移動はさらにスペーサの使用によって妨げられる。最後に側面荷重及びねじりが排除されるにもかかわらず、腐食がねじ山に依然として蓄積し、これによりねじ山のかじりは排除されない。

10

【0030】

さらに、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERは、自由に、そしてナット摩擦が高い場合には反対方向に回転する。操作中、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERは2つの面摩擦を有し、ナットは面摩擦及びねじ山摩擦を有するので、それぞれの摩擦全体は同一に近く、すなわちHYTORC（登録商標）・SMARTWASHERが回転するかもしれず、或いはナットが回転するかもしれない。このことを回避するために、プリロードが必要とされる。このプリロードは、HYTORC（登録商標）・SMARTWASHER及びナットの両方が同時に下方に回転させられる場合には達成することができない。

【0031】

20

従来の反作用ワッシャシステムに対して、潤滑剤は、ナット又はスタッドよりも高い摩擦下で静止したままであるように、ワッシャを選択的にバイアスさせるよう適用されなければならない。これによりスタッド又はナットは回転し、螺旋状の嵌合するねじ山を通して荷重を生成する。バイアスする必要な潤滑剤は好ましくなく、反作用ワッシャの取り付けプロセスにおける段部を制御することを難しくする。従来の反応反作用ワッシャ上の潤滑剤は少量であっても、反作用ワッシャがナット又はボルトの前で回転又はスリップすることを許すという不都合な作用を有する。螺旋状のねじボルト又はナットの前でワッシャが回転すると、システムはボルト荷重を生成することができない。潤滑剤又は摩擦面の不適切な管理はしばしば従来の反作用ワッシャの意図的でないスライド又は回転を招く。

【0032】

30

従来技術における反作用ワッシャの他の例は、特許文献32-33に開示されたものを含む。これらの文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。これらの反作用ワッシャは、ジャムナット及び皿ワッシャの代替物を意味する。それというのも、これらのワッシャは荷重下で弾性変形することによりプリロード又はライブロードのエネルギーを蓄えるからである。ほとんどの実施態様において、ねじ孔を組み込むことにより、ボルトに加えられる側面荷重を最小化しようとしている。これらの凹面状及び／又は凸面状反作用ワッシャの、対象物と接触する面積は、底部ワッシャ面の総表面領域と比較して小さい。ねじ山のない孔が1つの実施態様において開示されている。摩擦増強手段は隆起、例えば六角ワッシャ形状の尖端、対象物表面内に食い込んだ又は掘られた平面状のローレット状延長部を含む。摩擦増強手段を有さないほぼ平らな反作用ワッシャも開示されている。

40

【0033】

出願人は、流体作動式トルク動力工具において締結具回転速度を高めようと努力した。HYTORC（登録商標）・XXI（登録商標）は、流体作動式レンチであって、この流体作動式レンチは、シリンダを含む流体作動式駆動部と、ピストンロッド端部を備えたピストンロッドを有する、シリンダ内で往復運動可能なピストンと、複数の歯を備えたラチェットを有するラチェット・機構と、ピストンロッド端部と動作的に結合可能であり且つラチェットの歯と係合可能な少なくとも2つの爪とを有しており、これにより、ピストンの前進行程中、少なくとも2つの爪のうちの1つが少なくとも1つのラチェット歯と係合する一方、少なくとも2つの爪のうちの他の爪が少なくとも1つのラチェット歯を乗り越え（ratchet over）、これに対してピストンの戻り行程中には、少なくとも

50

2つの爪のうちの前記他の爪が少なくとも1つのラチェット歯と係合する一方、少なくとも2つの爪のうちの前記1つの爪が少なくとも1つのラチェット歯を乗り越える。少なくとも2つの爪のうちの少なくとも1つは、ラチェットの歯から解離可能であり、ラチェットの歯の上方に持ち上げることができる。HYTORC（登録商標）・XXIはまた、駆動部とは別個に操作者によって作動可能な離脱ユニットを含み、離脱ユニットは、少なくとも1つの爪に作用することにより、この爪をラチェット歯から区別してこれをラチェット歯の上方に持ち上げることができる。このバックラッシュ防止特徴部は、ラチェットが後方に向かって回転して、蓄積したねじり及び材料の曲がりを解放するのを可能にするので、流体作動式レンチは作業から離れることができる。HYTORC（登録商標）・XXIは、世界で最初の連続回転式の液圧式レンチである。このレンチはこの工具を市販の他のレンチの最大3倍高速にする。なお、HYTORC（登録商標）・NUT及びHYTORC（登録商標）・WASHERはHYTORC（登録商標）・XXIと共に使用すると、それらの利点が際立つ。HYTORC（登録商標）・XXIは、出願人の特許文献34に開示されている。これらの文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。

【0034】

次いで出願人は、具体的にはHYTORC（登録商標）・jGUN（登録商標）製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具を作成することにより、トルク動力工具における徹底した理解及び技術革新を手持ち式空気圧式トルク増倍工具に適用した。出願人はこれらの工具をHYTORC（登録商標）・jGUNシングルスピード、二重スピード及び二重スピードプラスの商品名で販売している。ひとたびナットがフランジ面に衝突すると、ナットを締め付けるか又は緩めるための回転の程度は極めて僅かである。顧客はナットをすばやくランダウン又はランアップさせるための高い回転速度を望む。高いランダウン速度及びランオフ速度を提供する周知のインパクト・レンチは、ナットがフランジ面に衝突すると不正確且つ低速に回転するという欠点を有する。逆に、周知の手持ち式トルク出力工具はトルクが正確ではあるものの、締結具のランアップ及びランダウンの際に比較的低速である。それでもこれらは、ナットがフランジ面で回転すると、インパクト・ガンよりも著しく高速である。

【0035】

手持ち式トルク増倍工具におけるモータ・ハウジングは、トルクは操作者の腕／手のトルク抵抗を超えることができないように、ギア・ハウジングとは独立している。さもなければ、工具のモータ・ハウジングは保持することはできず、操作者の手の中でスピンするはずだからである。数多くのモータ駆動トルク増倍装置が市販されており、これらのいくつかは二重速度機構を有し、またいくつかはボルト先端で反応し、このことは特殊なボルトを必要とし、そして他のものは反作用アームを備えた。どのようなトルク又は速度が加えられるのであれ、これらのギア・ハウジングは出力シャフトとは反対方向に回転した。高速時には、既存の手持ち式トルク増倍工具内の回転する部品は軸受けを必要とする。なぜならば、ギア及び出力シャフトはギア・ハウジング内で高速に回転するからである。このような工具の高トルク・バージョンはあまりにも大きく、あまりにも重い。

【0036】

HYTORC（登録商標）・jGUN製品種目は、ランダウン又はランアップ速度を有する工具を含む。ギア・ハウジングは内側ギアアセンブリ及び出力駆動部と共に、同じ高い速度で同じ方向に回転する。操作者は単に、回転力をギア及び出力シャフトに1つの方向で加え、これと同時にギア・ハウジングに反対の回転力を加えることから工具を切り換えるだけである。なお、HYTORC（登録商標）・NUT及びHYTORC（登録商標）・WASHERの製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具は、HYTORC（登録商標）・jGUN二重スピードと適合性がある。例えば、HYTORC（登録商標）・jGUN二重スピードの高速・低トルクの実施態様では、ナットを有する駆動ソケットと、HYTORC（登録商標）・WASHERを有する反作用ソケットとは常に共に、そして同じ高速及び同じ低トルクで回転した。HYTORC（登録商標）・WASHER及びナットは、ナットがHYTORC（登録商標）・WASHER上に着座す

るまで、ピンによって1つのユニットとして一体化される。トルクは増加し、ピンは剪断によって分解されるので、ナットは高トルク低速で回転させられる一方、HYTORC（登録商標）・WASHERは静止対象物、ひいては反作用点になる。HYTORC（登録商標）・WASHERと周知のナットとの一体化はもはや受け入れられない。なぜならば破断結合片は摩擦係数に影響を及ぼし、ねじ山のかじりを招き、ねじ山界面に有害な望まれない堆積物を残すことがあるからである。

【0037】

HYTORC（登録商標）・WASHERと一緒に使用しない場合には、HYTORC（登録商標）・JGUNは、ナットの回転中に発生した反力を静止対象物に対してそらすために反作用取付具の使用を必要とした。ランダウン速度は、反作用アームが高速で隣接するナットにたたきつけられるのを回避するために制限されなければならない。さもなければ、操作者の四肢がその経路内にある場合には、事故が発生するおそれがある。反作用アームの当接は、締結具の締め付け又は弛緩のための低速高トルク・モードにとって必要である。しかし、反作用アームは、やはり事故及びOSHA（労働安全衛生局）によって記録可能な状況を回避するために、高速低トルク操作モードにとっては望ましくない。

【0038】

出願人は、反作用取付具を有するトルク動力工具、及びHYTORC（登録商標）・JGUN製品種目における徹底した理解及び技術革新を、手持ち式空気圧式トルク増倍工具のさらなる発展に適用した。出願人は、HYTORC（登録商標）・FLIP-Gun（登録商標）製品種目、及びこれらと共に使用するためのドライバ及び工具を作った。HYTORC（登録商標）・FLIP-Gunは、位置決め可能な反作用アームを含む。第1の位置に配置されたときには、トルク増倍ユニットは高速低トルク・モードに切り換えられ、そして工具軸線に対して垂直方向にある間、反作用アームは操作者によってハンドルとして使用することできる。反作用アームが工具軸線に対して同軸的な第2位置にあるときには、トルク増倍ユニットは低速高トルク・モードに切り換えられると、高トルクを操作者によって吸収することができないため、反作用アームは静止対象物に当接し得る。

【0039】

しばしば適用特性はボルト締結作業に不都合な影響を及ぼし、例えば腐食した、汚れた、よじれた、破片類を含有する、バリが構成された、かじりを構成した、不規則な、方向付けられていない、誤整合の、且つ／又は不均一に潤滑されたスタッド及びナットのねじ山及び表面を含む。このような不都合なボルト締結適用特性によって、しばしば生産損失が深刻になる。必然的に、産業界は所定の、予定外の、且つ／又は非常時のメンテナンス及び／又は修理中の生産損失を低減しようとする。

【0040】

出願人はさらに、具体的にはHYTORC（登録商標）・THRILL（登録商標）製品種目、及びこれと共に使用するためのドライバ及び工具を作ることにより、手持ち式空気圧式トルク増倍工具を技術革新した。HYTORC（登録商標）・THRILLは、手持ち式の二重モード出力駆動トルク増倍工具であり、この工具は産業用締結具を反力のない状態で、そして反力で支援された状態で締め付け且つ緩める際に動作する。この工具は、締結具を回転させるための回転力を生成するためのモータと、複数の回転力増倍トランスミッタを含む低速／高トルク・モードのための回転力増倍機構と、複数の回転力衝撃トランスミッタを含む高速／低トルク・モードのための回転力衝撃機構と、少なくとも1つの増倍トランスミッタと動作的に結合されたハウジングと、低速／高トルク・モード中にハウジングに発生した反力を静止対象物へ伝達する反作用アームとを含み、低速／高トルク・モード中に、少なくとも2つの増倍トランスミッタが互いに相対回転し、そして高速／低トルク・モード中に、少なくとも2つの増倍トランスミッタが、衝撃機構からハンマ動作を達成するように統一される。有利には、HYTORC（登録商標）・THRILLは、操作者の振動暴露を最小化し、高速低トルク・モードにおいて増倍機構と衝撃機構との協働から生じる高い質量に起因して高い回転慣性を提供し、これにより衝撃機構のトルク出力が増加し、ねじ山及び面の変形、及び／又はねじ山かじりのような極めて不都合な

ねじ山締結適用特性を克服するために操作者によって吸収可能なトルクよりも高いトルクが必要とされる場合にも、反作用取付具を使用することなしに高速で締結具をランダウン及びランオフさせ、そして接合部に固着した、高トルクを加えられた又は腐食した締結具を緩め、そして第2モードで反作用取付具を使用して所望のより高い、より正確なトルクまで締結具を締め付ける。

【0041】

衝撃モードは低速／高トルク（増倍）・モード中にはHYTORC（登録商標）・THRILLにおいて動作することはできない。なぜならば、位置決め可能な反作用アームが静止対象物と当接し、そして衝撃機構はトルク増倍モード中にはロックアウトされるからである。しかし注意すべきなのは、高速／低トルク・モード中には、モータからの回転力が増倍機構の初期ステップを介して出力シャフトへ伝達させられ、これにより抵抗をほとんどないしは全く示さないナット又はボルト頭部をランダウン又はランアップさせることである。締結具が不都合なボルト締結特性を示し、ひいてはこのような変形を克服するための間欠力を必要とするときに、衝撃機構作動する。

【0042】

電氣的に駆動されるHYTORC（登録商標）・FLASH（登録商標）ガンと、電氣的に駆動されるがバッテリーを有する携帯可能なHYTORC（登録商標）・Lithium・Series（登録商標）ガンでは、出願人の最新の技術的進歩を参照されたい。

【0043】

HYTORC（登録商標）・jGUN、FLIP-Gun、THRILL、HYTORC（登録商標）・FLASHガン、およびHYTORC（登録商標）・Lithium・Seriesガンで使用するためのドライバーおよびツールの技術発展は、例えば、出願人の特許文献35～54で開示され、これらの文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。

【0044】

出願人のTHRILLによる最近の技術革新にもかかわらず、側面荷重及びねじ山のかじりは未だに、産業用ボルト用途の主な問題であり、市販されている増倍工具によっては全く対処されていない。かじりは、しばしば潤滑が不十分であることに起因して、横方向の運動、又はスライド中に金属面間に生じる摩擦と付着との組み合わせによってもたらされる材料摩耗である。特に表面を互いに圧縮する力が大きい場合には、材料がかじりを生じると、部分が接触面から引張られ、隣接面に固着されるるか又は摩擦溶着さえ生じる。かじりはしばしば高荷重低速度の用途で発生する。これは材料が1つの表面から接着して引張られるのに伴って材料が可視的に伝達することに関与し、材料は隆起物の形態で他方の表面に固着したままである。かじりは通常、徐々に生じるプロセスではなく、隆起物がより大きいかじりを誘発するのに伴ってすぐに発生し、急速に広がる。

【0045】

締め付けられてから長時間が経過した腐食締結具の腐食は、通常、ナットとボルト、並びにナットとフランジとの間の螺合したねじ山間で発生する。腐食は、化学物質、熱、湿分、及び潤滑剤を含むいくつかの要因に起因し得る。高温用途の場合、例えば締め付け中に塗布された潤滑剤が乾燥し、そして時間とともにねじ山を互いに結合する。さらに容器内及び容器なしの化学反応がガルバニック腐食をしばしば引き起こす。弛緩中、雌ねじ山腐食は、乾燥したグリースをボルトねじ山に沿って押す。静止対象物に加えられた反力は、回転させられるべきナットの近い側に等しい力を加える。実際に、工具に関する側面荷重、又は当接力は、そのボンド・フィートトルク出力の3倍～4倍であり得る。なぜならば、反作用アームの当接点は、駆動部の中心から1フィート（30.48cm）以上離れている場合には、しばしば半分だからである。

【0046】

この側面荷重によって、ナット及びボルトのねじ山は、荷重が加えられる場所に近い側で巨大な力によって係合するので、乾燥したグリースは、ナットの回転時にその場所に堆積する。ねじ山内の不規則性はしばしば克服することができない。ボルトとナットと間の

10

20

30

40

50

ねじ山の半分しか係合されず、ねじ山はグリップし始める。これにより、ボルトねじ山はかじりを生じ、ナットを取り去るためには著しく高いトルク、ひいては著しく大きい側面荷重が必要となる。このことは、ボルト及びナットのねじ山を破壊するおそれがある。締結具はしばしば、回転力の全てがねじ山摩擦によって使用される程度まで固着する。このことは、締結具又は締結具を回転させる工具の破損をもたらすおそれがある。締結具を締め付けるために最初に使用されるトルク出力工具は、同じ腐食した締結具を緩めるにはしばしば十分でない。このような腐食した締結具は、締め付けトルクの1倍～3倍のポンド・フィート弛緩トルク値を必要とする場合があり、付加的なより高出力の工具が必要とされることがある。例えばタービン及びケーシングにおけるような高温ボルト締結用途は、通常は臨界的であり、極めて高い交換コストを伴う、ステンレスの、又は精密製造された締結具を必要とする。加えて、最近評判が高い精密ねじ山ボルトの使用は、この問題を増加させる。

【0047】

工具が側面荷重を締結具に加えない場合にも、ねじ山のかじりがまだ生じるおそれがある。それというのも乾燥したグリースがナットの弛緩中に、螺合するねじ山内に蓄積するからである。このような弛緩は、元の締め付けトルクよりも高いトルクを1つの点で必要とする。このようなトルクは、加えられるとねじ山のかじりをもたらす。これはHYTORC（登録商標）・NUTを用いた場合にも内側スリーブと外側スリーブとの間に発生する。弛緩トルクを加える前に腐食部分を粉碎するために操作者が大ハンマで腐食した締結具を叩くことが習慣である。このような習慣は危険であり、ナットを超えて延びるボルトねじ山を破壊するおそれがあり、野蛮である。不都合なかじりはまた、ナットの面とフランジの面との間にも発生する。それというのも、側面荷重は回転させられるべきナットの垂直方向の配向を変化させるからである。このことはナットの回転摩擦を増加させ、弛緩トルクによって生成されたボルト荷重を予測不能にし、これにより不良な美観、平行でない接合部閉鎖、システムの漏れ、及び工具、締結具、及び接合部の欠陥を招く。

【0048】

周知のワッシャは、ねじ締結具とナットと接合部との間の表面かじりを低減することができる。それというのも、ワッシャがより硬質の材料から構成されているからである。ASM E PCC-1-2010の別表Mには「平滑且つ低摩擦の支承面をナットに提供することによって、無心焼き入れされた鋼ワッシャは、入力されたトルクからボルト・プリロードへの変換を改善すると一般に認識されている。ワッシャはフランジの接触面を、回転するナットによって引き起こされる損傷から保護する。これらはトルク法（手動式又は液圧式）がボルト締め付けのために用いられる場合には重要な考察である。」と述べられている。しかしながら、周知のワッシャは、側面荷重によって構成される表面かじり及びねじ山かじりを最小化及び／又は排除することはない。また周知のワッシャは、締め付けられるときに動くことがあるので、ワッシャは固定され続けるのではなくナット又はボルト頭部と共に回転し得る。これはトルク・張力の関係に影響を及ぼし得る。

【0049】

典型的なボルト締結システム内にワッシャを取り付ける別の目的は、応力下にあるより広い面積を提供することによって、ボルト頭部及びナットの下に荷重を分配することである。さもないと、ボルトの支承応力は接合材料の支承強度を超えることがあり、これは、ボルトのプリロードの損失、及び材料のクリープを招く。

【0050】

例えば窒化などの硬化処理は、締結具の摩擦面上のかじりを防止するために見いだされている。窒化は金属の表面を硬化させるが、特に引張応力が存在する場合には破壊をより起こりやすくする。窒化はワッシャのような圧縮要素上のかじりを防止するために使用することができるが、スタッドのような他のボルト要素は窒化のための良い候補ではない。スタッドは負荷時に純粋な引張応力にさらされ、したがって、スタッドが窒化された場合、破局的な破壊を被る可能性がある。ナットはより安全であるが、スレッド負荷からのフープ応力を有する。これらのフープ応力は、本質的に引張である。ナットはスタッドより

もはるかに下側引張応力を有するが、硬化した表面に対する破壊の危険性は依然としてある。スタッドまたはナット内を進展する破砕は、締結具内の破局的な負荷損失につながる可能性が高い。ワッシャ内を進展する破断は、負荷損失につながらない。

【0051】

設計エンジニアは、ボルトジョイント部の完全性に依然として焦点を当てている。ボルト締結ジョイント部は、横振動によって生じるせん断荷重を受けるとプリロードを失う傾向がある。ロックナットおよび標準の2部品ウェッジおよび鋸歯状ロックワッシャのような従来技術のねじ式締結具ロック溶液は、ボルト締結ジョイント部の完全性を最適化しない。

【0052】

ユンカー (Junker) 試験は、締結具ロック溶液の相対的な性能を比較する業界で認められている機構である。これにより、設計技術者は、緩むことなく広範囲の条件下で機能する締結具を特定することができる。ISO 16139, DIN 65151およびDIN 25201-4 B規格に記載されているユンカー試験手順は、正確かつ反復可能な試験データの収集を可能にする。固定されていない締結具試料は、変位値が増加した状態で、自身が緩むまで、横振動周期にかけられる。次に、固定されたジョイント部を同じ条件で試験する。プリロードを負荷サイクル数に対してプロットし、固定された締結具の緩み挙動を評価する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0053】

【文献】米国特許第4,671,142号明細書

【文献】米国特許第4,706,526号明細書

【文献】米国特許第5,016,502号明細書

【文献】米国再発行特許第33,951号明細書

【文献】米国特許第6,152,243号明細書

【文献】米国意匠特許第500060号明細書

【文献】米国特許第7,765,895号明細書

【文献】米国特許第5,318,397号明細書

【文献】米国特許第5,499,955号明細書

【文献】米国特許第5,341,560号明細書

【文献】米国特許第5,539,970号明細書

【文献】米国特許第5,538,379号明細書

【文献】米国特許第5,640,749号明細書

【文献】米国特許第5,946,789号明細書

【文献】米国特許第6,152,243号明細書

【文献】米国特許第6,230,589号明細書

【文献】米国特許第6,254,323号明細書

【文献】米国特許第6,254,323号明細書

【文献】米国特許第6,461,093号明細書

【文献】米国特許第6,490,952号明細書

【文献】米国特許第6,609,868号明細書

【文献】米国特許第6,929,439号明細書

【文献】米国特許第6,883,401号明細書

【文献】米国特許第6,986,298号明細書

【文献】米国特許第7,003,862号明細書

【文献】米国特許第7,066,053号明細書

【文献】米国特許第7,125,213号明細書

【文献】米国特許第7,188,552号明細書

【文献】米国特許第7,207,760号明細書

10

20

30

40

50

【文献】米国特許第 7, 7 3 5, 3 9 7 号明細書
【文献】米国特許第 8, 0 7 9, 7 9 5 号明細書
【文献】米国特許第 7, 4 6 2, 0 0 7 号明細書
【文献】米国特許第 7, 8 5 7, 5 6 6 号明細書
【文献】米国特許第 6, 2 9 8, 7 5 2 号明細書
【文献】米国特許第 6, 4 9 0, 9 5 2 号明細書
【文献】米国特許第 6, 6 0 9, 8 6 8 号明細書
【文献】米国特許第 6, 9 2 9, 4 3 9 号明細書
【文献】米国特許第 6, 8 8 3, 4 0 1 号明細書
【文献】米国特許第 6, 9 2 9, 4 3 9 号明細書
【文献】米国特許第 6, 8 8 3, 4 0 1 号明細書
【文献】米国特許第 6, 9 8 6, 2 9 8 号明細書
【文献】米国特許第 7, 0 0 3, 8 6 2 号明細書
【文献】米国特許第 7, 0 6 6, 0 5 3 号明細書
【文献】米国特許第 7, 1 2 5, 2 1 3 号明細書
【文献】米国特許第 7, 1 8 8, 5 5 2 号明細書
【文献】米国特許第 7, 2 0 7, 7 6 0 号明細書
【文献】米国特許第 7, 7 3 5, 3 9 7 号明細書
【文献】米国特許第 7, 6 4 1, 5 7 9 号明細書
【文献】米国特許第 7, 7 9 8, 0 3 8 号明細書
【文献】米国特許第 7, 8 3 2, 3 1 0 号明細書
【文献】米国特許第 7, 9 5 0, 3 0 9 号明細書
【文献】米国特許第 8, 0 4 2, 4 3 4 号明細書
【文献】米国意匠特許第 6 0 8, 6 1 4 号明細書
【文献】米国特許出願第 1 3 / 5 7 7, 9 9 5 号明細書
【発明の概要】

【0 0 5 4】

必要なことは、工具、ドライバ、及びワッシャの構成、並びに操作の単純化、反作用、曲げ力、及び引張り力の排除、ボルト締結の速度、効率、信頼性、及び反復性の増加を全て低コストで実現することである。従って本発明は、これらの問題を解決するために考え出された。

【0 0 5 5】

一例として添付の図面を参照しながら本出願の発明を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0 0 5 6】

【図 1 A】図 1 A は、H Y T O R C（登録商標）・Z（登録商標）ワッシャの第 1 実施態様を示す平面（上面）斜視図である。

【図 1 B】図 1 B は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャの第 1 実施態様を示す底面（下面）斜視図である。

【図 1 C】図 1 C は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャの第 1 実施態様を示す側面斜視図である。

【図 2 A】図 2 A は、図 1 A ～ 1 C の Z ワッシャ、及びナットである Z 締結具を含むねじ締結具によって閉じられるべき接合部を示す上方に向いた斜視図である。

【図 2 B】図 2 A ～ 2 B は、図 1 A ～ 1 C の Z ワッシャ、及びナットである Z 締結具を含むねじ締結具によって閉じられるべき接合部を示す下方に向いた斜視図である。

【図 3 A】図 3 A は、かじりを最小限に抑えて Z 締結具を締め付け且つ／又は緩めるための、反作用アームなしの動力工具である H Y T O R C（登録商標）・Z ガンを示す側面図である。

【図 3 B】図 3 B は、かじりを最小限に抑えて Z 締結具を締め付け且つ／又は緩めるための、反作用アームなしの動力工具である H Y T O R C（登録商標）・Z（登録商標）ガン

を示す斜視図である。

【図 3 C】図 3 C は、かじりを最小限に抑えて Z 締結具を締め付け且つ／又は緩めるための、反作用アームなしの動力工具である H Y T O R C（登録商標）・Z ガンを示す側面図である。

【図 4 A】図 4 A は、締め付けられた接合部及び締め付けられた Z 締結具を示す斜視図である。

【図 4 B】図 4 B は、締め付けられた接合部及び締め付けられた Z 締結具を示す側面図である。

【図 5 A】図 5 A は、二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリアセンブリである H Y T O R C（登録商標）・Z（登録商標）ソケットを示す斜視断面図である。

10

【図 5 B】図 5 B は、二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリアセンブリである H Y T O R C（登録商標）・Z（登録商標）ソケットを示す斜視図である。

【図 5 C】図 5 C は、二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリアセンブリである H Y T O R C（登録商標）・Z ソケットを示す斜視図である。

【図 5 D】図 5 D は、二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリアセンブリである H Y T O R C（登録商標）・Z ソケットを示す側方断面図である。

【図 6 A】図 6 A は、Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、及び Z 締結具に作用する関連した力を示す底面図である。

【図 6 B】図 6 B は、Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、及び Z 締結具に作用する関連した力を示す平面図である。

20

【図 6 C】図 6 C は、Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、及び Z 締結具に作用する関連した力を示す底面図である。

【図 6 D】図 6 D は、Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、及び Z 締結具に作用する関連した力を示す底面図である。

【図 6 E】図 6 E は、Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、及び Z 締結具に作用する関連した力を示す側面図である。

【図 7 A】図 7 A は、種々の寸法及び幅の Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、例えば筋状のローレットを有する Z ワッシャを示す複数の図である。

【図 7 B】図 7 B は、種々の寸法及び幅の Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、例えば筋状のローレットを有する Z ワッシャを示す複数の図である。

30

【図 7 C】図 7 C は、種々の寸法及び幅の Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段、例えば筋状のローレットを有する Z ワッシャを示す複数の図である。

【図 8 A－8 L】図 8 A－8 L は、種々の形状を有する Z ワッシャの種々の実施態様を示す平面図である。

【図 8 D 1】図 8 D 1 は、Z ワッシャの他の別の実施態様を示す斜視平面図である。

【図 8 D 2】図 8 D 2 は、Z ワッシャの他の実施態様を示す斜視底面図である。

【図 8 D 3】図 8 D 3 は、Z ワッシャの他の実施態様を示す斜視側面図である。

【図 8 D 4－8 D 10】図 8 D 4－8 D 10 は、種々のタイプ、サイズ、及び位置の Z ワッシャ摩擦係数増加処理手段を示す側方断面図である。

【図 9 A】図 9 A は、Z ワッシャと共に使用するための別の Z 締結具及び Z ソケットのタイプを示す側方断面図である。

40

【図 9 B】図 9 B は、Z ワッシャと共に使用するための別の Z 締結具及び Z ソケットのタイプを示す側方断面図である。

【図 10】図 10 は、ワッシャの直径がナットの直径よりも小さいような、別の Z ワッシャ及び Z ソケットを示す側方断面図である。

【図 11 A】図 11 A は、種々の寸法及び幅を有する Z ソケットの種々の実施態様の一例を示す図である。

【図 11 B】図 11 B は、種々の寸法及び幅を有する Z ソケットの種々の実施態様の他の例を示す図である。

【図 11 C】図 11 C は、種々の寸法及び幅を有する Z ソケットの種々の実施態様の他の

50

例を示す図である。

【図１２Ａ】図１２Ａは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１２Ｂ】図１２Ｂは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１２Ｃ】図１２Ｃは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１３Ａ】図１３Ａは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１３Ｂ】図１３Ｂは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１４Ａ】図１４Ａは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１４Ｂ】図１４Ｂは、スプラインアダプタ、反作用プレート、及びオフセット・リンクを含むHYTORC（登録商標）トルク工具へのZシステムの適用を示す斜視図である。

【図１５Ａ】図１５Ａは、Z（登録商標）システムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｂ】図１５Ｂは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｃ】図１５Ｃは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す側面図である。

【図１５Ｄ】図１５Ｄは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｅ】図１５Ｅは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｆ】図１５Ｆは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｇ】図１５Ｇは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャの適用を示す側面図である。

【図１５Ｈ】図１５Ｈは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｉ】図１５Ｉは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）・Z（登録商標）ナット／ボルトの適用を示す側面図である。

【図１５Ｊ】図１５Ｊは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトの適用を示す斜視図である。

【図１５Ｋ】図１５Ｋは、ZシステムへのHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトの適用を示す側面図である。

【図１６Ａ】図１６Ａは、低速高トルク（「LSHT」）モードで工具１０Ａの形態を成す本発明の一実施態様を示す斜視図である。

【図１６Ｂ】図１６Ｂは、高速低トルク（「HSLT」）モードで工具１０Ｂの形態を成す本発明の一実施態様を示す斜視図である。

【図１７Ａ】図１７Ａは、工具１０Ａを「LSHT」モードで示す側方断面図である。

【図１７Ｂ】図１７Ｂは、工具１０Ｂを「HSLT」モードで示す側方断面図である。

【図１８】図１８は、工具１０Ａの回転力増倍アセンブリ２００及び振動力アセンブリ３００をLSHTモードで示す側方断面図である。

【図１９】図１９は、工具１０Ａ及び１０Ｂの駆動工具ハウジングアセンブリ１０１、駆動工具ハンドルアセンブリ１０３、及び関連内側構成部分を示す斜視断面図である。

【図２０】図２０は、工具１０Ａ及び工具１０Ｂのモード・シフトアセンブリ４００を示す斜視図である。

【図２１Ａ】図２１Ａは、工具１０Ｆの形態を成す本発明の実施態様を示す側方断面図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 2 1 B】図 2 1 B は、工具 1 0 G の形態を成す本発明の実施態様を示す側方断面図である。

【図 2 2 A】図 2 2 A は、工具 1 0 H の形態を成す本発明の実施態様を示す側方断面図である。

【図 2 2 B】図 2 2 B は、工具 1 0 I の形態を成す本発明の実施態様を示す側方断面図である。

【図 2 3 A】図 2 3 A は、直接張力指示のための Z・S q u i r t e r ワッシャ 2 3 0 1 の形態の実施形態の平面図である。

【図 2 3 B】図 2 3 B は、Z・S q u i r t e r ワッシャ 2 3 0 1 の底面図である。

【図 2 3 C】図 2 3 C は、図 2 3 A の線 2 3 1 4 に沿った Z・S q u i r t e r ワッシャ 2 3 0 1 の断面図である。

【図 2 3 D】図 2 3 D は、図 2 3 C の一部の拡大図である。

【図 2 4 A - 2 4 F】図 2 4 A ~ 2 4 F は設置プロセス中の Z・S q u i r t e r ワッシャ 2 3 0 1 の状態を示す図である。

【図 2 4 G】図 2 4 G は、直接張力指示のための Z・D T I ワッシャ 2 4 0 1 の形態の実施形態の平面図である。

【図 2 4 H】図 2 4 H はワッシャ 2 4 0 1 の底面図である。

【図 2 4 I】図 2 4 I はワッシャ 2 4 0 1 の断面図である。

【図 2 4 J】図 2 4 J は図 2 4 I の一部の拡大図である。

【図 2 5 A - 2 5 E】図 2 5 A ~ 2 5 E は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャナットアセンブリ 2 5 0 2 の一実施形態を示す複数の図である。

【図 2 6 A - 2 6 D】図 2 6 A ~ 2 6 D は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャ及びナットアセンブリ 2 6 0 2 の一実施形態の複数の図である。

【図 2 7 A - 2 7 D】図 2 7 A ~ 2 7 D は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャ及びナットアセンブリ 2 7 0 2 の一実施形態の複数の図である。

【図 2 8 A】図 2 8 A は、2 つの部分からなる円錐形のナットアセンブリ 2 8 0 1 の本発明の一実施形態を有するねじ締結具の斜視図である。

【図 2 8 B】図 2 8 B は、2 つの部分からなる円錐形ナットアセンブリ 2 8 0 1 と共に使用するための、内側スリーブおよび外側スリーブ、ならびにねじ締結具の側面図及び／又は断面図である。

【図 2 8 C】図 2 8 C は、2 つの部分からなる円錐形ナットアセンブリ 2 8 0 1 と共に使用するための、内側スリーブおよび外側スリーブ、ならびにねじ締結具の側面図である。

【図 2 9 A - 2 9 F】図 2 9 A ~ 2 9 F は、様々な段差量、寸法、幾何学的形状、直角及び／又は間隔を有する、本発明の 2 部品円錐ナットアセンブリの様々な態様の側方断面図である。

【図 3 0 A - 3 0 D】図 3 0 A ~ 3 0 D は、ねじ締結具 3 0 1 0 とトルク入力装置 3 0 0 2 とをねじりカップリングするための装置 3 0 0 1 の構成における、本発明の実施構成の複数の図である。

【図 3 1 A - 3 1 C】図 3 1 A ~ 3 1 C は、様々な段差量、寸法、幾何学的形状、角度、及び／又は間隔を有する、本発明のねじ締結具およびトルク入力デバイスをねじりカップリングするための装置の様々な態様の斜視図である。

【図 3 2 A - 3 2 C】図 3 2 A ~ 3 2 D は、2 部品部分テーパ付きナットアセンブリ 3 2 0 2 の本発明の一実施形態の複数の図である。

【図 3 3 A - 3 3 C】図 3 3 A ~ 3 3 C は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャおよび 2 部品部分テーパナットアセンブリ 3 2 0 2 B の一実施形態の複数の図である。

【図 3 4 A - 3 4 C】図 3 4 A ~ 3 4 C は、2 部品テーパ付きねじナットアセンブリ 3 4 0 2 の本発明の一実施形態の複数の図である。

【図 3 5 A - 3 5 C】図 3 5 A ~ 図 3 5 C は、H Y T O R C（登録商標）・Z ワッシャおよび 2 部品テーパナットアセンブリ 3 4 0 2 B の本発明の一実施形態の複数の図である。

10

20

30

40

50

【図36-39】図36-39は、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Z（登録商標）ワッシャの複数の実施形態の斜視図である。

【図40A-40D】図40A～40Dは、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zナットの複数の実施形態の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0057】

（HYTORC（登録商標）・Zシステム）

本発明は、出願人のHYTORC（登録商標）・Zシステムを保護する。このシステムは、外側反作用当接手段を用いないトルク増倍・振動機構を備えた多重速度／多重トルク・モードを有する工具、このような工具と共に使用するための、インライン同軸作用・反作用をもたらすための力伝達手段、このような工具及び力伝達手段と共に使用するための、ナットの下にワッシャを取り付けることができる駆動手段及びシフト手段、このような工具、力伝達手段、及び駆動手段と共に使用するための連携ワッシャ及び締結具、並びに、このような工具、力伝達手段、駆動手段、ワッシャ及び締結具と共に使用するための関連付属品に關与する。

【0058】

HYTORC（登録商標）・Zシステムは下記のもの、すなわち、多様な形状、サイズ、ジオメトリ、及びセレーションの係合可能な周囲、例えばワッシャ／締結具の半径係合差異を有する種々のタイプのナット又はボルト頭部の下に配置されたZワッシャと、フランジ面に対して比較的高い摩擦を有し、ナットに対して比較的低い摩擦を有する摩擦的にバイアスされた面、例えば種々のタイプ、サイズ、及び位置を有する摩擦係数増加処理手段と、高速ランダウンと較正トルクとを組み合わせた同じ工具内に高出力間欠的（衝撃、振動、超音波など）機構と精密トルク増倍装置とを組み込んだHYTORC（登録商標）・Zガンと、Zワッシャに対して反作用するための外側スリーブとナット又はボルト頭部を回転させるための内側スリーブとを備えた、二重駆動同軸作用・反作用を有するHYTORC（登録商標）・Zソケットと、AVANTI及びICEスクエア駆動システム、STEALTH制限付きクリアランス・システム、空気圧式JGUNシリーズ、FLASHガン及びLithium・Series電氣的増倍装置などを含むHYTORC（登録商標）のトルク／張力システムとの後方適合性のためのHYTORC（登録商標）・Z（登録商標）スプラインアダプタ及び反作用プレートと、HYTORC（登録商標）・Zワッシャと、接合部の他方の側でナット又はボルト頭部の下側の対抗トルクのための両面摩擦支援面及び／又はHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトを含むHYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャとの組み合わせと、HYTORC（登録商標）のトルク／張力システムを使用するときの密なクリアランスのためのHYTORC（登録商標）・Z二重駆動オフセットリンクと、これらから適用されるHYTORC（登録商標）・Z振動機構と、Z・Squirtierワッシャと、Z・DTIワッシャと、HYTORC（登録商標）・Zワッシャ及びナットアセンブリと、緩み防止Zワッシャと、それらの組み合わせを含む。更に、テーパ付き締結具アセンブリと、テーパ付きねじりカップリングと、2部品テーパ付きナットアセンブリと、2部品テーパ付きねじナットと、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zワッシャと、ナット及びスマートスタッドと、それらの組み合わせを含む。

【0059】

（HYTORC（登録商標）・Zワッシャ）

ボルト締結国際規格は産業用ねじ締結具の下に硬化ワッシャを置くことを要求する。HYTORC（登録商標）・Zワッシャは出願人に占有権のある硬化ワッシャである。このようなワッシャは、締め付け及び／又は弛緩中に締結具のナット又はボルト頭部の真下で反作用点となる。HYTORC（登録商標）・Zワッシャは、同軸的反作用面、スタッド、及びスタッドと螺合可能なナット、又はスタッドに結合されたスタッド・ヘッドを有する種類の産業用ねじ締結具と共に使用される。これらのワッシャは操作者の手に対する潜在的なピンチ・ポイントをなくする。操作者は反作用させるべき申し分のない静止対象物

10

20

30

40

50

を採る必要がない。真直ぐの同軸的張力は、スタッドの曲げ及び／又は側面荷重をほとんど排除する。これらは平滑で一貫した、低摩擦の表面を提供し、この表面上でナット又はボルト頭部が回転する。上面は研磨された表面を有しており、この表面に対してナット又はボルト頭部が回転することになる。これらのワッシャは、摩擦が増強された下面を提供する。この下面に対して工具は反作用することになる。

【0060】

Zワッシャはフランジ面を損傷又は埋め込みから保護し、そして表面領域がより大きいことにより接合部の周りにボルト荷重を均一に分配する。これらは、用途毎に多種多様な材料選択肢から多種多様なインチ及びメートル・サイズで製造することができる。これらは寸法、硬さ、及び厚さに対する全てのASME、ASTM及びAPI要件に準拠している。これらは空気圧式、液圧式、電気式、及び手動式のトルク工具と協働する。そして随伴摩擦ワッシャを付加することにより、これは対向ナットがボルトとともに回転するのを防止するためのバックアップ・レンチの必要性をなくする。

【0061】

Zワッシャに関する出願人の関する最近の研究及び開発は、プロトタイプを製造し、厚さ、外側係合サイズ、外側係合ジオメトリ及びセレーション、締結具係合側（上側）における低摩擦被膜及び処理手段、フランジ係合側（下側）の摩擦増強手段のサイズ、形状、及び位置、例えばローレットパターン、下面、上面、内面及び外面の面取りのサイズ及び形状、材料の仕様、及び熱処理仕様を種々に実験的に評価することを含む。

【0062】

図1Aは、HYTORC（登録商標）のトルク／張力システムと共に使用するためのHYTORC（登録商標）・Zワッシャ1の第1実施態様を示している。これはワッシャ1の上側、又は支承上面2を示す斜視図である。図1Bは、ワッシャ1の下側、又は支承下面3を示す斜視図である。そして図1Cは、ワッシャ1の外側端、又は支承側面4を示す側面図である。

【0063】

一般的に、ワッシャ1は内側空隙5を有する環状形状である。図1に示されているように、ワッシャ1の環状形状は半径方向に延びる、花様形状を成す突出部6を含んでいる。一般的に、支承上面2は平滑であり、ナット又はボルト頭部に対する表面摩擦は比較的低い。なお、支承上面2上に潤滑剤を使用して支承上面2とナット、ボルト頭部、又は任意の他のこのようなねじ締結具との間の表面摩擦を低下させることができる。支承下面3は、フランジ面に対して比較的高い表面摩擦を有するように特徴付けされている。支承下面3は、平滑な内側面3Aと、より高い表面摩擦を有する粗い摩擦増強手段、例えばローレット7とを有する状態で示されている。半径方向の隆起ローレットパターン7は支承下面3の表面摩擦を増加させる。図示の実施態様では、ローレット付き面7が平滑面3Aを超えて配置されたリング又は環の形態を成している。外側突出部6は、支承下面3と支承側面4との間に構成された所定の角度の斜面8を含んでいる。

【0064】

ワッシャ1は特に、環半径 R_{1A} 、突出部半径 R_{1L} 、ローレット半径 R_{1K} 、及び空隙半径 R_{1V} を有している。ワッシャ1は高さ H_1 、第1斜面高さ H_{1Bi} 、第2斜面高さ H_{1Bii} 、ローレット高さ H_{1K} 、及び斜面角度 θ_1 を有している。

【0065】

図2Aは、閉じられるべき接合部30を示す上方に向いた斜視図であり、図2Bは、閉じられるべき接合部30を示す下方に向いた斜視図である。接合部30は、ボルトとして当業者に広く知られている締結具20によって対面関係で締め付けられる第1部材31と第2部材32とを含んでいる。締結具20はボルト頭部22を有する第1端部21と、ねじ係合部分24を有する第2端部23とを有している。締結具20の第2端部23は第1及び第2部材31及び32に設けられた開口33を通して挿入されている。開口は第2部材32の支承面34から第1部材32の支承面35まで延びている。締め付けプロセスに備えて、ワッシャ1を支承下面3が支承面35に向いた状態で第2端部23に被せる。ね

じナット 3 6 を第 2 端部 2 3 に被せる。

【 0 0 6 6 】

Z ワッシャは、接合部の一方の側にだけ使用され、その下には他のワッシャを使用すべきではない。次いでボルトとナットとの通常の潤滑を行うことが望ましい。潤滑剤はボルトねじ山、及びナット又はボルト頭部と Z ワッシャの上面との間にだけ必要であり、そしてワッシャとフランジとの間には使用すべきではない。なお、所与のボルトの正確なトルク値は、使用される潤滑剤に重く依存する。通常は、後ろ側のナット又はボルト頭部に潤滑剤は必要でない。

【 0 0 6 7 】

典型的な産業用ボルト締結の習慣は、スタッドが締め付けられるときに上端部がナットの上方で 2 ～ 3 つのねじ山分だけ突出するようにスタッドを調節することである。これは、ナットとスタッドとが完全係合していることを保証する検査を目的としている。通常、スタッドがこれよりも大きく延びる理由はなく、いかなる過剰な長さもフランジの他方の側で調節して、ソケットが妨げなしにナット全体に係合し得るようにするべきである。ねじ山損傷のリスクを軽減し、ナットを容易に取り除くことができるように、スタッドが締め付け後にナットと同一高さになることが高腐食領域内では許容される。ワッシャ 1 の厚さは理想的であるのが有利である。ワッシャが過度に厚いと、締結具・システムが利用できる雄ねじ山は不十分になる。逆に、ワッシャの厚さが不十分な場合、これは高い圧縮荷重下で破損するおそれがある。

【 0 0 6 8 】

(H Y T O R C (登録商標) ・ Z ガン (全般))

同軸的反作用面と、スタッドと、スタッドに螺合可能なナット又はスタッドに結合されたスタッド・ヘッドとを有する種類の産業用ねじ締結具を、かじりを最小限に抑えて締め付け且つ緩めるための、反作用アームなしのトルク動力工具であって、反作用アームなしのトルク動力工具が、回転力を発生させるためのモータと、回転力を伝達させるための駆動部と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モードに対応する回転力増倍トランスミッタを含む、ハウジング内の回転力増倍機構と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モード中で動作可能な間欠力モードのための振動トランスミッタを含む少なくとも 1 つの振動力機構とを含む、反作用アームなしのトルク動力工具。

【 0 0 6 9 】

標準的なエアインパクトレンチは、高ノイズ及び過剰な振動を伴う制御不能な力でボルトをハンマリングする。H Y T O R C (登録商標) ・ Z ガンは精密トルク増倍装置であり、この精密トルク増倍装置は標準的なエアインパクトレンチの制御不能な力、高ノイズ、及び／又は過剰な振動を伴わずに、一貫した測定された出力をボルトにおいて次々に生成する。Z ガンは世界で初めての反作用アームなしの正確なトルクの空気圧式ボルト締結工具である。これは均一且つ正確なボルト荷重を保証する。Z ガンは高出力衝撃機構と精密トルク増倍装置とを、高速ランダウンと較正トルクとを組み合わせた同一工具内に組み込んでいる。これはピストルグリップトリガによって操作され、そして締め付け又は弛緩のための指向性制御スイッチ、高速及び低速のための速度選択ハンドル、及びナットの下側で Z ワッシャと係合する自己反作用ソケット駆動部を特徴とする。衝撃機構は腐食又はねじ山の不具合とは無関係にナットを締め付け／緩める。トルク増倍機構は締結具から抜け出すか、又は締結具を締め付ける。このガンは Z ワッシャと協働するので、外側の反作用アーム、ピンチ・ポイント、及び不正確な側面荷重はない。このガンはいかなるねじ締結作業も、全て 1 つの工具によって、以前よりも高速に、安全に、そして良好に行う。

【 0 0 7 0 】

Z ガンは二重速度能力を組み込んでいる。この二重速度能力は高速ランダウン・モードから低速トルク適用出力モードへ、そして再びその逆へ単純に素早くシフトすることにより制御される。高速モードにおいて、二重ソケットは 1 分当たり数百回転数で回転するが、しかしトルクは、工具が操作者の手の中でスピン又は反発しないように制限される。セレクタを上方に向かってシフトさせると、工具は出力／トルク・モードへロックされ、ナ

10

20

30

40

50

ット又はボルトは、較正された空気圧流体圧力に基づいて所望のトルクまで自動的に締め付けられる。

【0071】

有利には、Zガンは、液圧式、空気圧式、又は電気式のトルク増強工具の産業的な懸念及び問題に対処する。Zガンは、トルク法及び張力法の利点を最大化して欠点を排除し、側面荷重及び乾燥した腐食部分の蓄積に起因してねじ山螺合部をかじりを生成するおそれのあるHYTORC（登録商標）・NUT（登録商標）、HYTORC（登録商標）・WASHER（登録商標）、HYTORC（登録商標）・AVANTI（登録商標）、HYTORC（登録商標）・XXI（登録商標）、HYTORC（登録商標）・jGUN（登録商標）、HYTORC（登録商標）・FLIP-Gun（登録商標）、及びHYTORC（登録商標）・THRILL（登録商標）の利点を最大化して欠点を排除し、操作者の振動暴露を最小化し、間欠力モードにおいて増倍機構と衝撃機構との協働から生じる高い質量に起因して高い回転慣性を提供し、これにより衝撃機構のトルク出力を高め、不都合なねじ山締結適用特性を克服するために操作者によって吸収可能なトルクよりも高いトルクが必要とされる場合にも、反作用アームを使用することなしに高速で締結具をランダウン及びランオフさせ、接合部に固着した、高トルクを加えられた又は腐食した締結具を緩め、そして高抵抗トルク・モードで同軸的反作用面を使用して所望のより高い、より正確なトルクまで締結具を締め付ける。振動力機構はナットが締まっている間に作動化させることによって、ナットを緩める際にナットに全トルクを加える前に乾燥腐食部分を粉碎することができる。その結果、産業用ねじ締結具を緩めるために必要なトルクを低減し、粉碎された乾燥グリースはねじ山部分に蓄積又は集中しない。加えて締め付け及び弛緩中、ナットは接合面に対して平行なままであり、ねじ山は、巨大且つ不規則な側面荷重を被らず、面摩擦及びねじ山摩擦をより一貫したものにする。このことはより均一なトルク荷重、ひいては均一な接合圧縮を確実にすることにより、締め付け時の漏れ、及びガasket破損を回避する。さらに、工具の使用が単純化され、操作者のエラーのリスクが低減され、操作者の安全性が高められる。

【0072】

産業用ねじ締結具20は典型的には、液圧、空気圧、又は電気によって駆動されるトルク工具、張力工具、及び／又はトルク・張力工具を使用して締め付けられる。図3A、3B及び3Cは、かじりを最小限に抑えて締結具20を締め付け且つ／又は緩めるための、反作用アームなしの動力工具10であるHYTORC（登録商標）・Zガンを示している。工具10は、回転力を発生させるためのモータと、回転力を伝達させるための駆動部と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モードに対応する回転力増倍トランスミッタを含む、ハウジング内の回転力増倍機構と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モード中で動作可能な間欠力モードのための振動トランスミッタを含む少なくとも1つの振動力機構とを含む。なお、工具10は図3A及び3Bの工具10Aとして示されているような高速低トルク（「HSLT」）モード、及び図3Cの工具10Bとして示されているような低速高トルク（「LSHT」）モードで動作する。

【0073】

図3A及び3Bの工具10A、及び図3Cの工具10Bは、駆動入力・出力アセンブリ100と、回転力増倍アセンブリ200と、振動力アセンブリ300と、モード・シフトアセンブリ400と、二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ15、例えばHYTORC（登録商標）・Zソケットとを含む。

【0074】

HSLTモードにおいて、工具10Aはプリロードされた締結具20上の着座されたナット36と予め締め付けされた接合部30との間でワッシャ1を所定の締め付けトルクまで圧縮し、アンロードされた締結具20上のナット36と、緩められた接合部30との間でワッシャ1を所定の締め付けトルクから圧縮軽減し、且つ／又はロードされた締結具20上の締め付けられたナット36と締め付けられた接合部30との間で加圧されたワッシャ1に振動を与えることによって、ボルトねじ山腐食部分を十分に粉碎する。LSHTモ

ードにおいて、工具 10 B はロードされた締結具 20 上の締め付けられたナット 36 と締め付けられた接合部 30 との間でワッシャ 1 を所定の締め付けトルクまで加圧し、且つ／又は予め弛緩された締結具 20 上の着座されたナット 36 と予め弛緩された接合部 30 との間でワッシャ 1 を所定の締め付けトルクから加圧する。

【0075】

H S L T モードにおいて、工具 10 A は、締結具 20 上のナット 36、又はナット 36 及びワッシャ 1 の両方を 1 つの方向の回転力によってランダウンさせることによりナット 36 を着座させ、そして予め締め付けされた接合部 30 上のプリロードされた締結具 20 上のワッシャ 1 を所定の締め付けトルクまで圧縮し、予め弛緩された接合部 30 上の予め緩められた締結具 20 上の着座されたナット 36 又は着座されたナット 36 及び圧縮されたワッシャ 1 の両方を、反対方向の回転力で所定の弛緩トルクからランアップさせ、又は加圧されたワッシャ 1 に被さる締め付けられたナット 36 に振動（衝撃）を与えることにより、ねじ山腐食部分を十分に粉砕するように振動を加える。L S H T モードにおいて、工具 10 B は、予め締め付けられた接合部 30 上のプリロードされた締結具 20 上の圧縮されたワッシャ 1 上の着座されたナット 36 を、1 つの方向の回転力で所定の締め付けトルクまで締め付け、そして反対方向の反力を圧縮されたワッシャ 1 に加え、又は締め付けられた接合部 30 上のロードされた締結具 20 上の加圧されたワッシャ 1 に被さる締め付けられたナット 36 を、反対方向の回転力で所定の締め付けトルクから緩め、そして 1 つの方向の反力を加圧されたワッシャ 1 に加える。

【0076】

動作中、L S H T モードにおける工具 10 B は、ナット 36 を座から外し、所定の弛緩トルクでワッシャ 1 を圧縮軽減すると、H S L T モードの工具 10 A に切り換わる。動作中、H S L T モードにおける工具 10 A は、ナット 36 を着座させ、所定の締め付けトルクでワッシャ 1 を圧縮軽減するか、又はねじ山腐食部分を十分に粉砕すると、L S H T モードの工具 10 B に切り換わる。なお、操作者は工具を L S H T モードから H S L T モードへ、又はその逆へ切り換えるためにモード・シフトアセンブリ 400 を使用する。モード・シフトアセンブリ 400 は手動スイッチであるが、しかし自動であってもよい。同様に、振動（衝撃）力アセンブリ 300 の作動化又は非作動化も手動又は自動で行われてよい。なお L S H T モードは、トルク調節型から振動支援型へ、又はその反対へ切り換えることができ、H S L T モードは振動調節型からトルク支援型へ、又はその反対へ切り換えることができる。ワッシャ 1 が回転を始める又は終える場合にも、振動（衝撃）力アセンブリ 300 は動作を続けることができる。また、L S H T モードはナット 36 を緩めるために振動で支援することにより、化学物質、熱、及び／又は潤滑腐食を克服し、そしてボルトねじ山のかじりを回避するのを助けることができる。

【0077】

締結具にトルクを加えると、面摩擦、ねじ山摩擦、並びにボルト荷重が生成される。摩擦とボルト荷重とは反比例する。摩擦が増加するのに伴って、発生するボルト荷重の量は減少する。締結具が締め付けられる速度は摩擦の規模、ひいては閉じられるべき接合部内で発生するボルト荷重に際だった影響を及ぼす。有利には、Z ガンは、回転速度が高くなるのに伴って、ねじ山及びヘッド下の摩擦係数が減少するという原理を利用することができる。

【0078】

Z ガンは例えば次のように動作する。作業が Z ガン A 1 を使用して 1・1／2 インチのスタッドを 2・3／8 インチのナットで 520 ポンド・フィート（705・03 Nm）のトルクまで締め付けることを必要とすると想定する。Z ガン A 1 は 300～1200 ポンド・フィート（406・75～1626・98 Nm）のトルク範囲のために使用される。Z ガン A 1 は標準駆動サイズ 3／4 インチのスクエア駆動部を装備しており、11・92 インチ（30・27 cm）×3・29 インチ（8・35 cm）×9・47 インチ（24・74 cm）の寸法（L×W×H）を有している。駆動出力ハウジングの半径は 1・98 インチ（4・93 cm）である。ハンドルの高さ及び幅はそれぞれ 6・94 インチ（17

・ 63 cm) 及び 2.12 インチ (5.38 cm) である。ランダウン及び最終トルクの RPM はそれぞれ 4000～7 である。工具の回転力は、フィルタ／調節器／潤滑器 (FRL) によって供給される空気圧によって決定される。操作者はこの値のために相応の圧力／トルク換算表を参考にする。この場合、最終トルクの 520 ポンド・フィート (705.03 Nm) は空気圧 50 psi (344.73 KPa) に対応する。操作者は従って FRL の空気供給圧力を 50 psi (344.73 KPa) に設定する。

【0079】

図 3 B によれば、工具 10 A は H S L T モードにおいてフランジに当接するまでナット 36 をランダウンさせる。ワッシャ 1' は着座されたナット 36' と着座された接合部 30' との間で圧縮される。ランダウン (H S L T) モードにおいて、シフタ (モード・シフト アセンブリ 400) は下方位置にあり、工具 10 A は両手で保持される。

10

【0080】

図 3 C によれば、L S H T モードでトルク適用を開始するために、操作者はシフタ 400 を自分へ向かって上方位置に引張る。着座されたナット 36' は係合され、外側反作用ソケット 17 は圧縮されたワッシャ 1' を完全に取り囲むことを保証する。なお、両手が着座されたナット 36' の周りの締め付けゾーンから安全に外れているので、ピンチ・ポイントはない。操作者は工具 10 B が失速してもはや内側駆動ソケット 16 を送ることがなくなるまでトリガを押し下げる。操作者は締め付けられたナット 36" 及び加圧されたワッシャ 1" に 520 ポンド・フィート 705.03 Nm) のトルクを加え、FRL 圧力が位置されている限り、他のいずれのナットも同じ締め付け力を得る。図 4 A 及び 4 B は、締め付けられた締結具 20" と、締め付けられたナット 36" と、加圧されたワッシャ 1" とを含む、締め付けられた接合部 30" を示している。

20

【0081】

なお斜面 8 は、ワッシャ 1 が接合部におけるフランジとパイプとの間に構成される溶接 フィレットを除去すること、及び他のクリアランス問題を支援する。さらに斜面 8 は、外側反作用ソケットが、ワッシャ 1 と係合して回転可能に結合するのを支援する。逆さまのボルト締結用途での使用を可能にするために、斜面 8 は外側反作用ソケット 17 に加えられた変更を受け入れることもできる。

【0082】

操作者は、締め付けられたナット 36" を除去するプロセスを逆転させ、ここでは L S H T モードで開始する。時間及び腐食の作用により、ノット及び／又はボルトは締め付けようとするよりも取り外すことが難しくなる。特定のトルク値を達成することは弛緩に際しては重要ではないので、操作者は、FRL 空気圧をその最大値まで又は最大値近くまで上昇させ、工具にほぼ全出力を与えることができる。指向性制御が弛緩するように切り換えられる。操作者は工具 10 B をその用途に適用し、内側駆動ソケット 16 を締め付けられたナット 36" 上に位置決めし、そして外側反作用ソケット 17 を加圧されたワッシャ 1" 上に位置決めする。操作者は速度セレクタ 400 を上方に向かって引張り、工具 10 B を作動化し、そして続いて、締め付けられたナット 36" をこれが手で回転させることができるようになるまで緩め、加圧されたワッシャ 1" の反力をオフにする。操作者は速度セレクタ 400 を H S L T 位置へシフトさせることにより、ナット 36 をランオフさせる。思い出すべきなのは、振動力機構はナットが締まっている間に作動化させることによって、ナットを緩める際にナットに全トルクを加える前に乾燥腐食部分を粉碎し得ることである。その結果、産業用ねじ締結具を緩めるために必要なトルクを低減し、粉碎された乾燥グリースはねじ山部分に蓄積又は集中しない。

30

40

【0083】

なお、図 16～23 と関連する本明細書の部分は、HYTORC (登録商標) ・Z ガンの詳細な考察を提供する。

【0084】

(HYTORC (登録商標) ・Z ソケット)

Z ワッシャの利点は、二重駆動同軸作用・反作用を有する HYTORC (登録商標) ・

50

Zソケットと共に使用すると最適化される。外側スリーブはZワッシャに対して反作用し、内側スリーブはワッシャ（の上面）と隣接するナット又はボルト頭部を回転させる。本発明のいくつかの、そしてHYTORC（登録商標）独自の二重ソケット・システムは、これを正確に行う。何よりも、Zソケットを有するZガンは最速且つ最も容易な形式で、このような反作用なしの技術の利点全てを得る。外側ソケットの部分はZワッシャを取り囲み、トルク工具のボディに設けられたスプラインと回転可能に結合する。内側ソケットは工具の駆動部に結合し、ナットを回転させる。Zガン衝撃アクションはナットを急速にランダウンさせ、次いでZワッシャに対して反作用しながら、制御型トルク適用モードに無理なくシフトする。外側のピンチ・ポイント又は望まれない側面荷重は存在しない。初めて、制御されたトルクが空気工具によって、速度及びフレキシビリティを犠牲にすることなしに可能になる。これらの独自のソケットアセンブリは、靱性及び安全性に関する適切なANSI標準の全てを超え、いかなる作業にも適するようにあらゆる種類のインチ及びメートル・サイズがある。

【0085】

出願人はHYTORC（登録商標）・WASHER関連の特許出願においてワッシャに関する重要な特徴を開示した。荷重軌道内に位置決めされたワッシャはナット（又はボルト頭部）と共に回転するか、又は静止したままであり、決してワッシャは面摩擦及び荷重圧縮に起因してナットと反対方向に回転することはない。出願人による革新は、インラインワッシャの反力をオフにする効果を決定づけた。ねじ挿入体から得られる摩擦の利点にもかかわらず、HYTORC（登録商標）・WASHERはこのような観察により実現可能である。

【0086】

一般的に、本発明の閉じられるべき接合部はボルトとナットとによって締め付けられる。ボルトは、そのボルト頭部に隣接する硬化ワッシャを有する状態で、接合部の孔を通して挿入される。ナットは、ジオメトリ的に係合可能な隣接する硬化ワッシャを有する状態で、ボルトに螺合される。内側作用ソケットはナットを回転させて接合部を締め付け、そして外側反作用ソケットは工具の反力をジオメトリ的に係合可能な硬化ワッシャに伝達させる。接合部に対する作用トルクが増加するのに伴って、作用トルクの反力が比例的に増加する。回転可能に結合された外側ソケットは、硬化ワッシャとジオメトリ的に係合する。硬化ワッシャは反力に起因する操作者に対する工具の回転をなくする。

【0087】

図5A、5B及び5Cは、二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリ15を示す斜視図である。図5Aは組み合わされた断面斜視図である。図5Bは組み合わされた斜視図である。図5Cは分解斜視図である。図5Dは、締め付けられた接合部30”上の二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリ15の平面断面図である。

【0088】

図3A及び3Bに示されているようなHSLTモードにおいて、ソケットアセンブリ15は実質的に、回転力の振動形態をナット36及びワッシャ1へ1つの方向に伝達させるためにある。図3Cに示されているようなLSHTモード、つまりその結果が図4A及び4Bに示されているLSHTモードにおいて、ソケットアセンブリ15は実質的に、回転力の増倍形態をナット36へ1つの方向に伝達させ、別の方向の対応する反作用増倍形態を、静止対象物として作用するワッシャ1へ伝達させるためにある。

【0089】

図5Aを参照すると、内側駆動ソケット16は、ナット又はボルト頭部と係合する手段51を備えた内縁52を含んでいる。外側反作用ソケット17は、ワッシャ外側端4又は外側ソケット係合手段9と係合するためのワッシャ1との係合手段61を備えた下側内縁62を有している。内側駆動ソケット16は外側反作用ソケット17の内側に実質的に配置されている。内側ソケットと外側ソケットとは、ソケットカップリング手段18を介して互いに結合されている。これらのソケットは、工具ハウジングを介して協働的且つ相対的に反対方向に回転可能である。下側内縁62及びそのワッシャ1係合手段61、並びに

ワッシャ 1 の外側端 4 及びその外側ソケット係合手段 9 とは実質的に鉛直である。外側反作用ソケット 17 は、下側内縁 62 の底部に向かって内向きに傾斜したテーパ面を有する下側外側端 63 を含んでいる。内側ソケット 16 の底面 54 は外側ソケット 17 の下側内縁 65 の上面 64 上で且つ／又は上面 64 に被さるように回転する。なお、ソケットカップリング手段 18 は、HYTORC（登録商標）の液圧式スクエア駆動工具と共に使用するように構成されている。ソケットカップリング手段 18A は、HYTORC（登録商標）の空気圧式及び電気式トルク・ガン、例えば工具 10A（及び 10B）と共に使用するように構成されている。

【0090】

ワッシャ 1 は特に、環半径 R_{1A} 、突出部半径 R_{1L} 、ローレット半径 R_{1K} 、及び中央孔半径 R_{1V} を有している。ワッシャ 1 は高さ H_{1W} 、第 1 斜面高さ H_{1Bi} 、第 2 斜面高さ H_{1Bii} 、ローレット高さ H_{1K} 、及び斜面角度 θ_1 を有している。ナット 36 は、六角半径 R_{36N} 及び高さ H_{36N} を有している。外側反作用ソケット 17 はワッシャ係合半径 R_{17W} を有している。ワッシャ係合半径 R_{17W} は、ワッシャ／外側ソケットのギャップ幅 G_{1A} を含む。このギャップ幅 G_{1A} は、外側反作用ソケット 17 がワッシャ 1 に容易に係合するのを助ける。分離高さ H_{1L} を有する空隙空間 19 は内側ソケット 16 と外側ソケット 17 との間の十分なクリアランスを提供する。内側ソケット 16 は上面 64 上で自由に回転することができる。

【0091】

なお、任意の好適な係合ジオメトリ、例えば参照することにより本明細書中に援用される HYTORC（登録商標）の特許及び特許出願に開示されたものが役立つ。しかし「FASTENING ソケット S, ワッシャ S AND FASTENERS USED WITH THE WASHERS AND THE FASTENING ソケット S」と題する 2014 年 1 月 21 日付けで発行された米国特許第 8,631,724 号明細書に注目されたい。この文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。’724 特許の外側ソケット係合手段はワッシャの外表面と係合するのではなく、単に「外側端部分」と係合するにすぎず、これにより故障の確率を高める。

【0092】

工具 10A の外側反作用ソケット 17 は HSLT モードではアイドル状態であり、非作動である。これは回転力増倍アセンブリ 200 のハウジングとはスプライン係合されない。振動力アセンブリ 300 の衝撃及び／又は振動カトランスミッタが、出力駆動シャフトにスプライン係合される。出力駆動シャフトは内側駆動ソケット 16 を回転させることにより、締結具 20 上でナット 36 をランアップ又はランダウンさせる。しかしながら、工具 10B の外側反作用ソケット 17 は、ナット 36 の下側でワッシャ 1 と回転可能に結合され、ジオメトリ的に係合される。ナット 36 が着座されると、圧縮されたワッシャ 1 は静止対象物として役立ち、この静止対象物によって、回転力増倍アセンブリ 200 のハウジングは反作用ソケット 17 を介して反作用する。回転力増倍アセンブリ 300 のハウジングが静止状態で保持された状態で、回転力増倍トランスミッタは回転力出力駆動シャフトを介して、着座されたナット 36 を締め付ける。

【0093】

本発明の反作用ソケットアセンブリを有する任意の実施態様の動作中、駆動ソケットはナット又はボルト頭部を回転させる。このような工具の一実施態様の動作中、反作用ソケットは HSLT モード中では静止したままである。このような工具の別の実施態様の動作中、反作用ソケットは HSLT モード中では駆動ソケットと同じ方向に回転するが、しかし LSH T モードでは静止したままである。またこのような工具の別の実施態様の動作中、反作用ソケットは HSLT モードでは静止したままであるか、又は駆動ソケットとは反対方向に回転するが、しかし LSH T モードでは静止したままである。

【0094】

換言すれば、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モード中、ナット又はボルト頭部と常に動作的に結合される。そして反作用ソケットは高抵抗トルク・モード中、反力を同軸的反作用面へ伝達させるためにハウジング及び同軸的反作用面と動作的に結合され、低

10

20

30

40

50

抵抗トルク・モード中又は間欠力モード中、ハウジング及び同軸的反作用面と動作的に結合され、又は低抵抗トルク・モード中又は間欠力モード中、ハウジングと動作的に結合され、且つ同軸的反作用面から動作的に離脱される。

【0095】

換言すれば、本発明のトルク出力工具は、ナット又はボルト頭部を回転させるために二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリの駆動ソケットと結合するための駆動手段と、反力をワッシャに伝達するために二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリの反作用ソケットと結合するための反作用手段と、駆動手段と反作用手段との間のカップリング手段と、高速低トルク・モードと低速高トルク・モードとを含む少なくとも2つの動作モードとを含み、駆動手段と反作用手段との間のカップリング手段が高速低トルク・モードで作動化されると反作用ソケットは1つの方向に回転させられるが、しかしカップリング手段が高トルク低速モードで非作動化されるとワッシャを回転させない。

【0096】

そして換言すれば、本発明のトルク出力工具は、駆動ソケットをナット又はボルト頭部に結合するための駆動手段と、反作用ソケットをワッシャに結合するための第1反作用手段及び第2反作用手段と、少なくとも2つの動作モード、すなわち高速低トルク・モード及び低速高トルク・モードとを含み、駆動ソケットは両モード中に駆動手段によって回転させられることによりナット又はボルト頭部を回転させ、反作用ソケットはナット又はボルト頭部の下側でワッシャに結合し、本発明のトルク出力工具はさらに、前記ワッシャが高規模の反力を吸収する間、前記反作用ソケットが低速高トルク・モードで回転するのを阻止する第1反作用手段と、操作者が低規模の反力を吸収する間、前記反作用ソケットが高速低トルク・モードで回転するのを阻止する第2反作用手段とを含む。この場合、スプラインアダプタを収容する回転力増倍アセンブリが第1反作用手段である。スプラインアダプタを有するモード・シフトアセンブリ切り換えアームが第2反作用手段である。

【0097】

本発明の二重ソケット、具体的には反作用スリーブ（ソケット）は、HYTORC（登録商標）の電気式、液圧式、及び空気圧式のトルク／張力システムとともに使用するように開発された。工具反作用システムと周囲の高速環境との間に最大限のクリアランスを提供するために、反作用スリーブの外径を最小化することが必要であった。反作用スリーブの外径を最小化するためには、作用ソケットの外径を最小化することも必要であった。

【0098】

一般的には、本発明のスリーブ、ソケット、及びアダプタ・リングには数多くの部品ジオメトリが考え出された。HYTORC（登録商標）研究開発センターにおいてあらゆる可能な構成部分をプロトタイプ製造し、実験的に評価した。品質試験は、数え切れないほどのサイクルにわたって部品に特定の適用荷重を施すことを含んだ。材料及び熱処理の種々の選択肢も実験的に評価した。

【0099】

なお、図16～23と関連する本明細書の部分では、HYTORC（登録商標）・Zソケットが付加的に考察される。

【0100】

（HYTORC（登録商標）・Zワッシャ・締結具半径方向係合差異）

従来技術の反作用取付具を備えたトルク工具の場合、反作用トルクは作用トルクと等しく、且つ作用トルクとは逆である。反作用アームによって加えられる反力は、近くの静止対象物において遙かに大きい。反力は距離、すなわち反作用アーム長によって増倍される。実際に、工具の側面荷重、又は反作用当接力は、例えば駆動部の回転力軸線から1/2フット（15.24cm）の距離にある当接点ではそのトルク出力の2倍～4倍であり得る。このより大きい反力はその1つの場所にだけ集中する。必然的に、反作用アームは短ければ短いほど小さな反作用当接力を、駆動部の回転力軸線により近い当接点に伝達させる。当然ながら、極端に短い反作用アームはトルク工具出力と同様の、しかし僅かに大きい規模の反作用当接力を伝達させる。なぜならば、当接点が駆動部の回転力軸線に極端に

近いからである。

【0101】

ねじ山の不規則性は不都合なねじ締結特性をもたらす。数ある欠点の中でも、側面荷重は、ナット及びボルトのねじ山を近くの側で巨大な力と関与させる。ここでは力は、ナットが回転すると、乾燥したグリースがその場所に蓄積するように加えられる。多くの場合、総ねじ山表面領域の僅かな部分だけがボルトとナットとの間で係合する。このことはボルトねじ山にかじりを引き起こさせる。これにより、ナットを緩めるためには著しく高いトルク、ひいては著しく大きい側面荷重が必要となる。このような事象連鎖はボルト及びナットのねじ山を破壊する。回転力の全てがねじ山摩擦によって用いられる地点で、締結具はロックアップするか、又は固着する。このことは締結具又は締結具を回転させる工具の破損を招くおそれがある。

10

【0102】

トルク出力工具は同じ腐食締結具を緩めるためには多くの場合、不十分である。このような腐食締結具は、締め付けトルクの2倍～4倍高い弛緩トルク値を必要とし、弛緩を発生させるためにはより高出力の工具を必要とする。例えばタービン及びケーシングにおけるような高温ボルト締結用途は、通常は臨界的であり、極めて高い交換コストを伴う、ステンレスの、又は精密製造された締結具を必要とする。加えて、最近評判が高い精密ねじ山ボルトの使用は、この問題を増加させる。

【0103】

同様に、反作用トルクは、HYTORC（登録商標）二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリにおける作用トルクと等しく、且つ作用トルクとは逆である。しかし反作用増強特性もまた適用可能である。HYTORC（登録商標）・WASHER、及びHYTORC（登録商標）・SMARTWASHER（登録商標）に関連する出願人の特許開示内容を再び参照すると、これらのワッシャはナットの半径とほぼ同様の半径を有した。これらのワッシャに加えられる反力は、等しく且つ逆の反作用トルクと同様の規模を有した。このことはなぜHYTORC（登録商標）・WASHERs（登録商標）及びSMARTWASHERs（登録商標）が時々ナット又はボルト頭部と共に回転したかを説明する助けとなる。

20

【0104】

産業用ボルト締結の当業者は、比較的類似する締結具構成部分サイズを用いる必要性を認識した。通常のボルト締結動作において、トルク適用されるのがボルト頭部であるのか又はナットであるのかは重要でない。このことはもちろん、ボルト頭部及びナット面が同じ直径を有しており、同じ摩擦係数をもたらすために接触面が同じであることを想定している。これらが同じでないのならば、このことは重要である。例えばナットはフランジを有し、ボルト頭部はこれを有していない。ナットが締め付けられるが、しかしボルト頭部は後で締め付けられると想定して締め付けトルクが決定される場合、ボルトは過剰ローディングされるおそれがある。典型的には、トルクの50%を用いて締め付け面下の摩擦を克服する。従って摩擦半径が小さければ小さいほど、より高いトルクがボルトのねじ山内に入ることになり、ひいては過剰に締め付けられる。逆も真ならば、つまりボルト頭部が締め付けられ、次いでナットが後で締め付けられると想定してトルクが決定される場合、ボルトは締め付けが不足することになる。

30

40

【0105】

丁度、極端に長い反作用アームが極端に大きい反力を近くの静止対象物に加えるのと同様に、極端に短い反作用アームはトルク工具出力と同様の、しかし僅かに大きい規模の反作用当接力を加える。この意味では、外側反作用ソケット17は360°反作用アームと考えることができる。360°反作用アームは、トルク工具出力と同様の、しかし僅かに大きい規模の反作用当接力をワッシャ1の外側端4の周りに無限に加える。実際には、外側反作用ソケット17はより大きい反作用当接力をナット36の下側の反作用ワッシャ1に加える。これは、ナット36（内側駆動ソケット16とジオメトリ的に係合する）よりも僅かに大きいワッシャ1（外側反作用ソケット17とジオメトリ的に係合する）を有す

50

ることだけで達成することができる。ワッシャに関する出願人の基本的観察はこの新しい観察と相俟って、反作用するべき静止状態のワッシャを保証する。

【0106】

図5Dを参照すると、加圧されたワッシャ1”の外側端4は、締め付けられたナット36”の外側端37を超えて延びている。特に、ワッシャ外側端4によって受容された別の方向94に作用する反力92は、ナット36によって受容された1つの方向93に作用する作用トルク91よりも大きい。加圧されたワッシャ1”は、工具10Bの反力92を吸収するので、工具10Bは作用トルク91を着座されたナット36’に加え、そして僅かに大きいしかし逆の反力92をワッシャ外側端4に加える。着座されたナット1’は回転するが、しかし圧縮されたワッシャ1’は静止したままである。このような相対位置決め、つまりワッシャ外側端4が回転中心、又は回転力軸線A10からナット外側端37よりも大きく離れていることが本発明の1つの革新的特徴である。反力92は回転力軸線A10から距離 R_{1A} だけ離れた外側ソケット17の有効挺子腕を通して作用する。有効挺子腕はワッシャ1を静止状態に保持する傾向がある。外側多角形係合部分の半径に差異がある結果、ワッシャ1は、締結具20が締め付けられるか又は緩められるのに伴って、ナット36と共に回転するのではなく接合部30上で定置のまま留まる。

10

【0107】

HYTORC（登録商標）・Zワッシャ摩擦係数増加処理手段

図6を参照すると、この図は、摩擦係数増加処理手段60を有するように構成された支承下面3を示す底面図である。ナット36は平滑な支承上面2に隣接して示されている。摩擦力は粗い接触面3とフランジ面30との係合部分よりも、ナット36とワッシャ1との間の平滑な接触面2及び38の係合部分の方が低い。従ってナット36は回転する傾向があり、そしてワッシャ1は静止状態のままである傾向がある。

20

【0108】

図6B、6C、6D及び6Eはこの現象を説明している。図6Bは、ナット36がトルク適用され、ワッシャ1の支承上面2に押し付けられるのを示している。ワッシャ1の支承上面2及び支承下面38は平滑である。締め付けプロセス中、ナット36とワッシャ1との間の摩擦力 F_{1r} は1つの方向92に作用する。ナット36の圧縮力 F_n は、回転力軸線A10に沿ってワッシャ1に下方に向かって作用する。半径 r は有効摩擦半径であり、又は回転力軸線A10からナット36の支承下面38の摩擦領域73rの中心までの距離である。

30

【0109】

図6Cは、ワッシャ1が接合部30の支承面35に押し付けられているのを示している。支承面35とワッシャ1の支承下面3とは摩擦的に且つ荷重を伴って係合される。締め付けプロセス中、ワッシャ1と接合部30との間の摩擦力 F_{2R} は別の方向93に作用する。接合部30の圧縮力 F_b は、回転力軸線A10に沿ってワッシャ1に上方に向かって作用する。半径 R は有効摩擦半径であり、又は回転力軸線A10からワッシャ1の支承下面3の摩擦領域74Rの中心までの距離である。

【0110】

図6Dは、図6B及び6Cの組み合わせを示している。図6Eは F_n 及び F_b を示している。締結具20上に締まるナット36によって生成された圧縮力 F_c はワッシャ1の両側で等しいので、 $F_n = F_b = F_c$ である。摩擦力 $(F_R) = \mu * F_c$ であり、式中、 μ は摩擦係数である。なお摩擦係数増加処理手段60の有効摩擦半径、又は R は、ナット36の有効摩擦半径、又は r よりも大きいので、 $F_c * R > F_c * r$ である。これは、ナット36とワッシャ1との間の摩擦を克服するためのトルクが、ワッシャ1の摩擦係数増加処理手段60と接合部30との間の摩擦を克服することになるトルクよりも小さいことを意味する。

40

【0111】

図6Aの例に戻ると、摩擦係数増加処理手段60が例えば、内径 R_7 を有する半径方向隆起ローレットパターン7として示されている。半径方向隆起ローレットパターン7は、ナット36の圧縮領域の下方にまだある状態で、トルク (T_{RMAX}) を最大化するため

50

に、ほぼ最大半径 R_{MAX} で実現可能であるものと同じ距離で回転力軸線 A_{10} から離れた位置に位置決めされて示されている。クランプ力が増加するのに伴って、ローレットパターン 7 はフランジ面 35 の材料上に固定され、これによりワッシャ 1 がナット 36 と共に回転しようとする試みに抵抗する。摩擦係数 μ は一定のままであり、一定の圧縮力 F_c で乗算されることにより、一定の摩擦力 (F_b) をもたらす。反作用トルク (T_R) は $F \times R$ である。最大トルクはほぼ最大の半径、 R_{MAX} で達成することができるので、 $T_{RMAX} = F \times R_{MAX}$ である。換言すれば、ワッシャ 1 の有効摩擦半径 R はナット 36 の有効摩擦半径 r よりも大きい。一般的に、本発明の Z ワッシャの有効摩擦半径はナット又はボルト頭部の有効摩擦半径よりも大きい。なお、伝統的なボルト締結用途、及び関連する力を記述するための力学原理 (静力学、動力学など) は当業者によく知られている。

10

【0112】

別の方法で説明すると、反作用トルクが加えられている間の、スライド又は回転に対するワッシャ 1 の抵抗は、荷重及び摩擦係数の関数である。下記表現は反作用ワッシャにおけるスライド力と、摩擦と、荷重と、トルクとの関係を示す。

スライド力抵抗 = (摩擦係数) $\times$ (荷重)

$$F_R = \mu \times F_N$$

式中、 F_R = 力 (抵抗)、 μ = 摩擦係数、及び F_N = 法線力 (重力又は荷重) である。

【0113】

ねじ締結具において、摩擦を克服し、スライド又は回転を生成するための力は、加えられたトルク及び摩擦半径の関数である。従って、スライドを生成するための力は次のように表現することができる。

20

$$F_S = (\text{トルク}) / (\text{摩擦半径})$$

$$F_S = T / r_F$$

式中、 F_R = 力 (スライド)、 T = トルク、及び r_F = 有効摩擦半径である。

従って締結具において、

$$F_S = F_R$$

$$T / r_F = \mu \times F_N、\text{従って}$$

$$T = \mu \times r_F \times F_N$$

である。

【0114】

30

上記表現は、トルク下でのスライドに対する抵抗が摩擦面の摩擦係数、荷重、及び半径の関数であることを示している。この有効摩擦半径は通常、中央孔半径と支承外側面半径との平均として求められる。摩擦半径が増加するのに伴って、スライド又は回転に対する抵抗も増加する。従って、ナット又はボルトの摩擦半径に対するワッシャ摩擦半径の増加手段が、ワッシャをナット又はボルトに対して固定することが明らかである。これらは等しく且つ逆のトルク力であるので、反作用ワッシャ、及びナット又はボルトは常に、同一の適用ボルト荷重トルク力を有することになる。同様の材料及び潤滑剤が全体に適用されると、摩擦係数は締結具において同一である。従って、ワッシャ支承面の摩擦半径を増加させることによって、ワッシャが全ての締め付け状況においてナット又はボルトに対して固定されたままになることを保証することができる。

40

【0115】

ワッシャ摩擦半径は、支承面を外方に向かってバイアスさせることによって増加させられる。これは、最も内側の領域を無視して最も外側の支承面領域に表面特徴部を加えることにより実現することができる。高い荷重、及び嵌合面の典型的な埋め込みにより、摩擦半径を効果的に増加させるためには、僅かな選択的表面コンディショニングしか必要とならない。

【0116】

摩擦係数増加処理手段、例えば隆起ローレット特徴部の位置及び占有面積、並びにナット又はボルト頭部のフットプリントとの関係は、Z システムの効果を保証する。ワッシャの下面は、外方に向かって位置決めされた摩擦係数増加処理手段を含んでいる。この手段

50

は、接合部の表面との係合のための摩擦部分を画定する。摩擦部分は下面の外周部分の周りに配置されており、ワッシャボディの全幅よりも小さな幅まで内方に向かって延びている。摩擦増強面はボルト荷重を維持することによってナットをロックアップする傾向があり、これにより意図しない弛緩を防止する。換言すれば、ワッシャの下面を粗面化することにより、締結具の締め付け時又は弛緩時に接合部とワッシャとの間の著しい摩擦を保証する。ワッシャと接合部との間に発生する摩擦力は顕著であり、この摩擦力の作用により、ローディング時、及びアンローディングの初期段階中のワッシャの望ましくない回転を信頼性高く防止する。

【0117】

意外なことに、摩擦増強面7がワッシャ1の下面3を完全に占有するか、或いは下面3の中央孔に、又は中央孔の比較的近くに位置決めされる場合には、実験的に反復可能な性能は得られない。大抵の場合、この形態では実験に失敗し、ワッシャ1はナット36と共に回転する。

【0118】

Zワッシャのコンセプトは、摩擦係数増加処理手段を有する外側リングだけでも同様に機能する。平滑な内側部分、すなわち内側面3Aと粗面化された外側部分との両方を有する必要はない。しかしワッシャの下側の種々異なる表面構成は、下面全体に、そしてワッシャの下側と上側との間に摩擦的なバイアスを施すのを助ける。

【0119】

本出願は、摩擦領域が外方に向かってシフトされた反作用タイプのワッシャ、例えばナットに対して半径方向外側に摩擦をバイアスする反作用ワッシャを定義し、主張し、そして保護しようとしている。これは新規且つ非自明の摩擦面半径方向シフトをもたらし、ワッシャがナットの前でスピンすることを防止する。摩擦バイアスのない従来技術の反作用タイプのワッシャは、特に硬質の表面上に使用される場合、スピンする傾向があった。これらは性能的には最低限度であり、理想的な表面上で理想的な条件においてしか機能しない。反作用タイプのワッシャのスピンはフランジ面の損傷、非効率的な産業用ボルト締結作業及びシステム・メンテナンス作業、及び経済損失を招き、好ましくなかった。本発明の摩擦係数増加処理手段が外側に位置決めされたワッシャは、傷のないフランジ面を維持し、産業用ボルト締結作業及びシステム・メンテナンス作業の効率を高め、経済損失を最小化する。

【0120】

図5Dに戻ると、ワッシャ／締結具の半径方向係合差異、つまりワッシャ1の外側端4が回転中心、又は回転力軸線A10からナット36の外側端37よりも大きく離れていることが、本発明の摩擦係数増加処理手段の別の実施態様として役立つ。より長い係合半径を有するより大きいワッシャ／フランジ表面領域は、より短い係合半径を有するより小さなナット／ワッシャ表面領域にわたって面摩擦を増加させる。

【0121】

別の方法で説明すると、本発明のボルト締結用途では、ワッシャフランジ表面領域相互作用によって発生する摩擦トルクは、ナットーワッシャ表面領域相互作用によって発生する摩擦トルクよりも大きい。ワッシャは定置のままなので、工具のハウジングに保持ソケットを回転不能に取り付けることができる。保持ソケットはワッシャの外側多角縁と係合される一方、締め付け工具はナットと作用可能に係合する。ワッシャは締め付け時にはナットの下側で圧縮され、工具のハウジングはワッシャに対して回転しないように固定される。ワッシャは、工具ハウジングの反作用モーメント及び反作用力を吸収する。反作用モーメント及び反力は締め付けトルクとは逆であり、工具ハウジングはこれを圧縮されたワッシャに送る。外側の反作用手段は必要ない。

【0122】

図7A、8B及び7Cは、種々のワッシャ寸法、及び摩擦係数増加処理手段、例えば筋状のローレットの幅を示している。図7Aは、比較的小さなサイズのM14ボルトと共に使用するための内側空隙、又は中央孔57Aを有するワッシャ17Aを示している。筋状の口

10

20

30

40

50

ローレット 77A が支承下面 37A の表面領域の大部分を取り囲んでいる。とはいえ、支承下面 37A は空隙 57A に隣接して平滑な内側面 3A7A を有している。実際には平滑な内側面 3A7A が、締結具 20 を受容する空隙 57A と、筋状のローレット 77A との間に構成されている。ワッシャ 17A は内径 r_{in7A} 、外側半径 r_{out7A} 、内側ローレット半径 r_{inK7A} 、外側ローレット半径 r_{outK7A} 、及び突出部半径 r_{L7A} を有している。類似の寸法を適用することもできるが、しかし図 7B 及び 7B には示されていない。

【0123】

思い出すべきなのは、HYTORC（登録商標）・WASHERs（登録商標）及び HYTORC（登録商標）・SMARTWASHERs（登録商標）が、ボルト締結用途に不要の高さを加えたことである。本発明の Z ワッシャの厚さは典型的にはその外径よりも小さい。例えば図に開示されたワッシャの外径 D_{1A} に対する厚さ H_{1W} の平均比は約 0.08 であり、0.04～0.12 であってよい。他の比も本発明の Z ワッシャを表す。他の比は次のものを含む。すなわち、ナットの高さ H_{35N} に対するワッシャの高さ H_{1W} の平均比が約 0.170 であり、0.10～0.30 であってよく、ナットの直径 D_{36} に対するワッシャの直径 D_{1A} の平均比が約 1.10 であり、0.80～1.40 であってよい。これらの比は説明を目的として示したにすぎない。

【0124】

なお、Z システムの摩擦バイアスの重要な特徴を定量化することは難しい。例えば、ワッシャ及びナット（又はボルト頭部）の相対表面領域は、Z システムを用いた摩擦バイアス結果を最小限にしかもたらさない。実際に、比較的小さなねじ締結具は、比較的大きなねじ締結具よりも種々異なる比を有する場合がある。

【0125】

最も有益なデータはワッシャ及びねじ締結具の有効摩擦半径の計算を伴う。Z ワッシャは極めて信頼性高く機能する。なぜならば、摩擦係数増加処理手段が中央孔から外側端へ向かって選択的にバイアスされているからである。ワッシャの有効摩擦半径はねじ締結具の有効摩擦半径よりも大きい。例えば下面に半径方向筋状の摩擦係数増加処理手段を有するワッシャの有効摩擦半径はその筋の中心である。なお、この考察は、Z ワッシャの使用により、ボルト荷重がナット又はボルト頭部の下で均一に分配される理想的な事例を正しく想定している。

【0126】

なお、摩擦増強は多くの用途において必要でない場合があるものの、これらは相対的なワッシャ／締結具表面領域又は係合半径、相対的な締結具／接合部材料硬度、及び相対的な締結具／接合部表面処理、例えば潤滑剤（モリコートなど）又は塗膜（塗料など）とは無関係に全ての用途においてワッシャが静止したまま留まることを保証する。摩擦増強は、スタッド及び／又はナット上に存在する荷重が極めて僅かであるか又は全くない締め付けプロセス開始時にインパクトが強い。この摩擦バイアスはワッシャ保持をいつでも開始する。

【0127】

或いは、摩擦係数増加処理手段は、粗面部、多角形面、スプライン、ローレット、スパイク、溝、スロット、突出点、スコアリング、又は他のこのような隆起を含む。他の選択肢は、プレス嵌め隆起、同心的又は螺旋状のリング、半径方向リップル又は歯列、ワッフル・パターンなどを含む。外側表面領域が、強制的にフランジ面とより攻撃な相互作用を有するようにする任意の動作、例えばローレット付け、サンディング、ブラスティング、ミリング、機械加工、鍛造、鋳造、フォーミング、シェイピング、粗面化、スタンピング、彫刻、パンチング、曲げ、又は単なる内側領域の除去を選択的に行うことで充分である。なお、このような摩擦係数増加処理手段の組み合わせを利用してもよい。ワッシャ 1（外側反作用ソケット 17 と係合する）がナット 36（内側駆動ソケット 16 と係合する）よりも僅かに大きい場合、摩擦係数増加処理手段は、必要とされない場合があり、ワッシャ下面の周りの任意の場所に位置決めされてよく、又はワッシャ下面の周りのナット又はボルト頭部の有効摩擦半径を実質的に超えて位置決めされてよい。本発明の特性を得るた

めには、ワッシャ下面は平らであれば充分である。しかしながら、対向する摩擦面は外方に向かってテーパ構成されていてもよく、これにより摩擦リングの外側端は内縁よりも厚い。しかし必要な場合には、ワッシャ、ひいてはその下面は湾曲を有することもできる。接合部に向かって凸面状の湾曲を有すると、特に良好な結果が得られる。これは、2008年12月9日付けで発行された「Reactive Biasing Fasteners」と題する米国特許第7,462,007号明細書に開示されている。文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。しかし、本発明のワッシャは細長いボルトに軸線方向のバイアス力を与えることはない。

【0128】

一般的に、産業用ボルト締結のための本発明の反作用ワッシャは、トルク適用装置との回転カップリングを可能にする外形と、不連続であり且つ中央孔から外方の領域内で選択的にバイアスされる支承摩擦下面領域とを含む。これらの表面摩擦フィーチャは、中央孔の半径近くの領域部分を除いて、ワッシャの下面に選択的に構成される。これらの表面摩擦特徴部は、ローレット付け、サンディング、ブラスティング、ミリング、機械加工、鍛造、鋳造、フォーミング、シェイピング、粗面化、スタンピング、彫刻、パンチング、曲げを介して構成されてよい。表面摩擦フィーチャは、反作用ワッシャ孔の近くの材料を単に除去することによって構成されてもよい。表面摩擦特徴部は、孔から外方の領域内に構成された不連続な面、及び／又はテクスチャを有するように構成され、且つ／又は単独で、ランダムに、任意の列配列で位置決めされてもよい。

【0129】

(別のZワッシャ・ジオメトリ)

図8A～8Lはワッシャ1の別の形状を示している。本発明のワッシャは、相応の適宜の又はほぼ同一のジオメトリで成形された外側ソケットの内縁（及びその対応係合手段）と回転不能に係合するのに適した任意のジオメトリで成形された外側端（及びその対応係合手段）を有してよい。Zワッシャ1の標準の商業的形状は「花パターン」ワッシャである。花パターンは、内方に向かって延びる凹面状部分と外方に向かって延びる凸面状部分とを含み、これらの部分は、ワッシャの中心点でセンタリングされる仮想基準円の周りで半径方向に交互に繰り返して提供されている。図8B、8E、8G、8H、及び8Iは、このような花状ワッシャの明らかな派生物である。なお、図8Kは多面形状係合を示し、そして図8Jはスプライン係合を示している。これら双方は、係合歯数を増加させて成形された花と考えることができる。

【0130】

他の好適なジオメトリは、三角形、曲線三角形、正方形、長方形、平行四辺形、菱形、台形、不等辺四辺形、扇形、五角形、六角形、七角形、八角形、九角形、十角形、外側隆起を有する円形、楕円形、又は卵形のような形状を含む。なお、任意の適宜の形状を有する外側端は、本発明のZソケットとの係合を容易にするために、角度を有するのではなく湾曲してよい。

【0131】

図8D1、8D2、及び8D3は、種々の出力工具と共に使用するための図8DのZワッシャ1_{8D}の実施態様を示している。ワッシャ1_{8D}のそれぞれ上面、下面、及び側方の斜視図、並びに断面図が示されている。一般的には、ワッシャ1_{8D}は「8D」下付文字を除いて図1A、1B及び1Cに示されたものと同様の寸法及び特徴を有する環状六角形状を有している。ワッシャ1_{8D}の六角形状は、半径方向に延びる側方コーナー6_{8A}を含む。これらの側方コーナーは六角形様形状を構成する。一般的に、支承上面2_{8D}は平滑であり表面摩擦がより低く、そして支承下面3_{8D}は摩擦増強手段又は下面コーナー7_{8D}を有しており、表面摩擦がより高い。なお、支承上面上には潤滑剤を使用して、支承上面2_{8D}とねじナット36、又は任意のその他のこのようなねじ締結具との間の表面摩擦を低減することができる。半径方向の下面コーナー7_{8D}は支承下面3_{8D}の表面摩擦を高める。図示していない側方コーナー6_{8D}は、支承上面2_{8D}と支承側面4_{8D}との間に構成された、所定の角度を成す斜面8_{8D}を含んでいてよい。このような斜面8_{8D}は、テーパ面と係合歯とを含

む外側端部分を構成することができる。テーパ面は外向きに、支承下面 3_{8D} 及び支承側面 4_{8D} に向かって徐々に傾斜している。

【0132】

ワッシャ 1_{8D} は特に、環半径 R_{8A} 、突出部半径 R_{8L} 、ローレット半径 R_{8K} 、及び空隙半径 R_{8V} を有している。ワッシャ 1 は高さ H_8 、第 1 斜面高さ H_{8Bi} 、第 2 斜面高さ H_{8Bii} 、ローレット高さ H_{8K} 、及び斜面角度 $^\circ_8$ を有している。このような斜面 8_{8A} は、ワッシャ 1_{8A} がフランジの角半径をクリアすること、及び他のクリアランス問題を支援する。さらに斜面 8 は、外側反作用ソケットが、ワッシャ 1 と係合して回転可能に結合するのを支援する。逆さまのボルト締結用途を可能にするために、斜面 8 は外側反作用ソケット 17 に加えられた変更を受け入れることもできる。

【0133】

(Zワッシャの摩擦係数増加処理手段の別の構成)

図 8D4~8D10 は、フランジ面に対する摩擦が比較的高く、そしてナットに対する摩擦が比較的低い、摩擦バイアス面の種々の反復を有するワッシャ 1_{8D} を示している。換言すれば、種々のタイプ、サイズ、及び場所の摩擦係数増加処理手段を有するワッシャ 1_{8D} が示されている。なお、これらのバリエーションはワッシャ 1_{8D} を用いて示されているが、しかし本発明において開示された全ての反作用ワッシャに当てはまる。図 8D4 は摩擦増強手段を有さず、単に平滑な下面を有するものとして示されている。図 8D5 は、中央孔に近接した材料を除去することによってワッシャの下面内側に埋め込まれた状態で構成された摩擦増強手段とともに示されている。図 8D6 は、下面の外側端部分に構成された比較的細い筋状の摩擦増強手段を示している。図 8D7 は、下面の内縁と外側端部分とから等距離のところに構成された比較的太い筋状の摩擦増強手段を示している。図 8D8 は、下面の外側端から 1X、そして内縁から 2X の距離のところに構成された幅 1X の比較的細い筋状の摩擦増強手段を示している。図 8D9 は摩擦増強手段を示しており、この場合、鋭いエッジを有する下方に向かって傾斜するリングが下面の外側端に構成されている。湾曲して示されたワッシャ 1_{8D5} は、細長いボルトに軸線方向のバイアス力を与えない。或いはワッシャ 1_{8D5} は、鋭いエッジを除いて高さに変化がなくてもよい。

【0134】

図 8D10 に示されているように、本発明のワッシャは、外側反作用ソケットとの積極的なロック係合のための形態を備えていてもよい。このような積極的なロック係合手段はワッシャ 1_{8D} の外側端に構成された凹部である。外側反作用ソケットは、ハンズフリー操作を可能にするための対応係合手段を含み、そしてナットが着座されると、逆さまのボルト締結用途でハンズフリー操作が行われる。

【0135】

従来技術の摩擦面を有する産業用ボルト締結のための反作用様式ワッシャの開示では、このような摩擦面の場所の重要性も占有範囲の重要性も論じられていない。出願人の発見によれば、摩擦係数増加処理手段は、ボルト近くのワッシャ内径、又はワッシャの下面全体に配置されると、ワッシャの運動、又はナットと共に回転を引き起こす傾向がある。これらの戦略は辛うじて成功し、ワッシャが静止するときもあった。換言すれば、ワッシャ下面のより広い部分、全体、及び／又は内側部分にわたるより多くの摩擦処理は、より小さな且つ／又は外側部分にわたる摩擦処理よりも効果が著しく劣る。

【0136】

(Zワッシャと使用するための別の締結具及びZソケットのタイプ)

図 9A は、盲孔内に螺合したボルト頭部 20A を有するボルト、及び二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリ 15 と共に使用するためのワッシャ 1_{8D} を示している。図 9B は、盲孔内に螺合した穴付きボルト 20B、及び改良型二重駆動同軸作用・反作用ソケットアセンブリ 15C と共に使用するためのワッシャ 1_{8D} を示している。種々の締結具・ジオメトリは、図 9B に示されているような相応の設計変更を有する Z システムの工具、部品、及び付属品と使用してよい。改良型ソケットアセンブリ 15C は、作用ソケット 16 ではなく雄締結具・駆動係合手段 16C を含む。

【0137】

(低減されたZワッシャ表面領域)

図10は、加圧されたワッシャ110Aの外側端410Aが締め付けられたナット36'の外側端37から縮小していることを除けば図5Dと同様である。特に、ワッシャ外側端410Aによって受容される別の方向94に作用する反作用トルク力9210Aは、ナット36によって受容される1つの方向93に作用する作用トルク回転力91よりも小さい。加圧されたワッシャ110Aは、工具10Bの反作用トルク力9210Aを吸収するので、工具10Bは着座されたナット36'に作用トルク91を加え、ワッシャ外側端40Aにはより低い反力9210Aを加える。ワッシャ110Aがナット36と共に回転するのを防止するためには、アグレッシブな摩擦増強手段710Aが必要である。着座されたナット36'は回転するが、しかしワッシャ110Aは静止したままである。このような相対位置決め、つまり摩擦増強手段710A、ひいては110Aの有効摩擦半径が回転中心、又は回転力軸線A10からナット36の有効摩擦半径よりも大きく離れていることが本発明の1つの革新的特徴である。反力9210Aは回転力軸線A10からほぼ距離R10Aだけ離れた外側ソケット17Aを通して作用する。外側ソケット17はワッシャ110Aを静止状態に保持する傾向がある。有効摩擦半径に差異がある結果、ワッシャ110Aは、締結具20が締め付けられるか又は緩められるのに伴って、ナット36と共に回転するのではなく接合部30上で定置のまま留まる。なお、内側ソケット16の底面54は外側ソケット17Aの下側内縁65Aの上面64上で且つ／又は上面64に被さるように回転する。この場合、内側ソケット16及び外側ソケット17Aは、上面64Aの表面領域がより大きいので付加的な面摩擦を被ることがある。

10

20

【0138】

換言すれば、ナット又はボルト頭部の外側端と共に終わるか、又は外側端から短くなっている外側端を有するワッシャは、HYTORC（登録商標）・Zと共に使用することができる。このような事例において、ワッシャの有効摩擦半径がナット又はボルト頭部の有効摩擦半径よりも大きいことを保証するためには、アグレッシブな摩擦係数増加処理手段でワッシャの下面が構成されることが必要である。ワッシャの外側端によって受容される反力が、ナット又はボルト頭部外側端によって受容される作用トルクにほぼ等しいか又はこれよりも低い場合でも、アグレッシブな摩擦増強手段によってよい結果が生じ得る。これらの状況において、このようなアグレッシブな摩擦増強手段は、粗面部、多角形面、スプライン、ローレット、スパイク、溝、スロット、突出点、又は他のこのような隆起を含んでよい。アグレッシブな摩擦係数増加処理手段をR20を超えてオフセットすることも、なおもこの事例における重要なフィーチャである。なお、改良型外側ソケット17Aはワッシャ1と係合し、回転可能に結合するように高度なデザインを必要とする。また改良型外側ソケット17Aは、逆さまのボトル締結用途を可能にする。

30

【0139】

(別のZソケット・サイズ)

図11A、11B、及び11Cは、真直ぐな壁を有する外側ソケット1711Aと、テーパ壁を有する外側ソケット1711B及び1711Cを含む、種々の反作用ソケット・サイズを示している。これらのバリエーションは、種々異なるサイズのねじ締結具及びHYTORC（登録商標）・Zワッシャが同じZガンと共に使用されるのを可能にする。必要に応じて他の形態を使用してもよい。

40

【0140】

(HYTORC（登録商標）トルク工具に適用されるZシステム)

HYTORC（登録商標）は、通常クリアランス、低クリアランス、及びオフセット・リンク・ボルト締結用途のための一連の電気、液圧、及び空気圧動作式トルク出力工具モデルにZシステムを適合させるスプラインアダプタ、及び反作用プレートを開発した。図12Aは、図5A、5B、5C及び5Dに関連して論じたような、ソケットカップリング手段、又はスプラインアダプタ18及び18Aを示す。スプラインアダプタ18Aは、HYTORC（登録商標）空気圧式及び電気式トルクガン、例えばやはり図12Bに示され

50

ているようなZガン10A（及び10B）と共に使用するように設計されている。これは内側及び外側にスプライン係合部分を有する環状環として成形されている。二重駆動ソケット15の内側駆動ソケット16と外側反作用ソケット17とは、そして工具ハウジング及び／又は他の周知且つ／又は独自の手段を通してソケットカップリング手段18Aを介して、L S H Tモードでは互いに且つ相対回転可能に協働的に結合される。

【0141】

図12Cに示されているように、スプラインアダプタ18は出願人の液圧式トルク工具、例えばHYTORC（登録商標）・ICE10C及びHYTORC（登録商標）・AVANTI10D、及びその他のこのような工具と共に使用し得るように構成されている。これは、異なる半径を有する互いに融合された上側部分と下側部分とを備えた段状の環リングとして成形されている。上側リングは、工具10C及び10Dのスプライン付き反作用支持部分19A及び19Bと回転不能に係合するための、半径がより短い内側スプライン付き係合部を有している。下側リングは、外側反作用ソケット17に設けられたスプライン部分と回転不能に係合するための、半径がより長い外側スプライン付き係合部を有している。二重駆動ソケット15Aの内側駆動ソケット16及び外側反作用ソケット17は、工具ハウジング及び／又は他の周知且つ／又は独自の手段を通してソケットカップリング手段18Aを介して、互いに且つ相対回転可能に協働的に結合される。

【0142】

図13A及び13Bは、主に低クリアランス・ボルト締結用途のために構成されたHYTORC（登録商標）・STEALTH10Eと共に使用するためのZ反作用パッド17Bを示している。反作用パッド17Bは、STEALTH10Eの寸法に適合させるように成形されており、そしてピン又はねじを介して工具ハウジングに回転不能に取り付けられる。Zパッド17BはZワッシャ1に回転不能に係合する。

【0143】

（HYTORC（登録商標）オフセット・リンクに適用されるZシステム）

Zシステムの利点は、独自の二重駆動交換可能オフセット・リンク、例えば装置80によって達成することができる。リンク80は、HYTORC（登録商標）独自の同軸作用・反作用トルク工具、例えばHYTORC（登録商標）・ICE10C液圧式トルク工具又はHYTORC（登録商標）・Zガン10B（又は10A）空気圧式トルク増倍工具によって動力を供給される。他のこのような工具は、HYTORC（登録商標）独自のjGUNシングルスピード、jGUN二重スピードプラス、AVANTI10D及び／又はSTEALTH10Eを含む。他のこのような独自の二重駆動交換可能オフセット・リンクは、以下の共有及び／又は同時係属中の特許明細書に充分に開示され、これらの文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。「APPARATUS FOR TIGHTENING THREADED FASTENERS」と題する2014年4月24日付けで出願された国際出願PCT/US2014/035375号明細書、及び「APPARATUS FOR TIGHTENING THREADED FASTENERS」と題する2014年2月18日付けで出願された米国特許出願第61/940,919号明細書がある。

【0144】

図14A及び14Bは、ねじ締結具（図示せず）をZワッシャ1上で締め付けるか又は緩めるためにHYTORC（登録商標）・ICE10Cからのトルクを伝達及び増倍するためのオフセット駆動リンクアセンブリ80の平面及び底面斜視図である。リンク80は、駆動力入力アセンブリ81と、駆動力出力アセンブリ82と、反作用アセンブリ83とを含む。

【0145】

一般に、締め付け動作中、Zワッシャ1のローレット付き下面は、閉じられるべき接合部上に位置する一方、締め付けられるべきナット又はボルト頭部の底面はZワッシャ1の平滑な上面上に位置している。Zワッシャ1の外側端は、反作用アセンブリ83の外側反作用ソケットの凹部と回転不能に係合し、この凹部内で反作用する。その間に駆動力出力アセンブリ82の内側ソケットはZワッシャ1上でナット又はボルト頭部を締め付ける。

【0146】

オフセット駆動リンクアセンブリが、例えば突出するねじ山、制限されたクリアランス、及び障害物により以前には到達できなかった締結具へのアクセスを可能にし、以前は使用できなかった電気式、液圧式、手動式、及び／又は空気圧式に駆動される装置を実用的にし、以前は使用できなかった先端材料、例えば航空機グレードのアルミニウムを実現可能にし、モジュール構成部分、例えば六角形の減少－増加駆動プシュ、雄・雌駆動・アダプタを、ボルト締結用途の特徴に見合うように構成し、正確でカスタマイズされたトルク増倍をもたらし、駆動力及び反力の印加を制御し、腐食、ねじ山及び面の変形を克服し、ボルトねじ山の摩耗を回避し、側面荷重を無効にし、対称的な接合圧縮のために、バランスがとれたボルト荷重を保証し、リンクと工具との使用を単純化し、操作者のエラーのリスクを最小化し、そしてボルト締結安全性を最大化すると有利である。

10

【0147】

(HYTORC (登録商標) 両面摩擦ワッシャと共に使用されるHYTORC (登録商標)・Zシステム)

図15A～15Gによれば、HYTORC (登録商標)・Zシステムの使用中、動作時の相対摩擦条件に応じてバックナット又はボルト頭部が回転するのを防止することが必要な場合がある。必要な場合には、操作者はバックナット又はボルト頭部22の下側にHYTORC (登録商標) 独自の両面摩擦ワッシャ85を挿入する。その2つの摩擦増強面86及び87はボルト頭部22が、特に荷重がボルト24に加えられ始めるとすぐに回転するのを防止する。一般的に、Zワッシャ1に関連する摩擦に関する考察は、摩擦増強面86及び87にも当てはまる。Zワッシャ1の下側支承面3におけるのと同様の利点が、面86及び87上に摩擦増強手段を戦略的に配置することにより達成される。

20

【0148】

換言すれば、HYTORC (登録商標) 独自のワッシャシステム、又は二重対抗トルク・ワッシャシステムは、外側反作用係合手段と、締め付けられるべき又は緩められるべきナット又はボルト頭部の下側で使用するための1つの摩擦面とを有する第1ワッシャ (例えばZワッシャ1)、及び接合部の他方の側でナット又はボルト頭部の下側で使用するための2つの摩擦面を有する第2ワッシャ (例えば両面摩擦ワッシャ85) を含む。この二重対抗トルク・ワッシャシステムは、スタッド又はボルトが共に回転するのを阻止することにより、締結具のねじ山摩擦及び面摩擦を制御してトルクからボルト荷重へのより良好な変換を達成する。更に、両面摩擦ワッシャ85の使用はバックアップレンチの必要性を排除する。なお、HYTORC (登録商標)・Zワッシャに関して考察されたいかなる摩擦係数増加処理手段も、HYTORC (登録商標) 両面摩擦ワッシャ85に当てはまる。

30

【0149】

なお、この二重対抗トルク・ワッシャシステムは、HYTORC (登録商標)・Zシステムの任意の部分、任意の組み合わせ、又は全てと共に使用することができる。思い出すべきなのは、トルクの摩擦が未知であり、張力のボルトの緩みが未知であることである。このワッシャシステムは一組で制御不能の面摩擦及び制御不能の側面荷重を排除し、これによりトルク及び張力のボルト荷重精度を改善する。HYTORC (登録商標) 両面摩擦ワッシャは、上述した利点のいくつかを達成するZワッシャなしで、使用されてもよい。

40

【0150】

さらに、直接張力指示ワッシャ、又はSquirtierワッシャは、HYTORC (登録商標)・Zシステムの任意の一部、任意の組み合わせ、または全部と共に使用することができる。それらは「Applied Bolting Technology Products, Inc.」に発行された以下の米国特許に開示されており、その全ては参照により本明細書に組み込まれる、米国特許第5,769,581号明細書、米国特許第5,931,618号明細書、米国特許第6,425,718号明細書および米国特許第8,002,641号明細書である。1つの特に好都合な実施形態では、別のHYTORC (登録商標) 独自のワッシャシステム、または二重対抗トルク及び／又は荷重指示ワッシャシステム (図示せず) は、外側反作用係合手段及び締め付けまたは緩めるべきナットまたはボルト頭部の下で使用するための1つ

50

の摩擦面（Ｚワッシャ１など）を有する第１のワッシャと、Ｓｑｕｉｒｔｅｒワッシャの特性を含むジョイント部（両面摩擦ワッシャ８５など）の反対側のナットまたはボルト頭部の下で使用するための２つの摩擦面を有する第２のワッシャとを含む。この二重対抗トルクワッシャシステムは、トルクからボルト荷重へのより良い平行移動を達成するために、締結具のねじ及び顔面摩擦を制御するように、スタッド又はボルトの回転を停止させ、ボルト締め作業が一度行われると、明確に指示する。ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャに関して議論されたどのような摩擦係数増加処理も、Ｓｑｕｉｒｔｅｒワッシャの特性を含むＨＹＴＯＲＣ（登録商標）両面摩擦ワッシャ８５に適用可能であることに注意されたい。

【０１５１】

ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・ＺナットまたはＺボルトと一緒に使用するＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚシステム

出願人の最近のＺシステム関連の研究開発には、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャに関して議論された摩擦係数増加処理をナットおよびボルト頭部に適用することが含まれる。図１５Ａ～１５Ｇに関連して説明したように、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚシステムの使用中に動作において相対的な摩擦状態によっては、バックナット（図示せず）やボルト頭部が回転しないようにする必要がある場合がある。１つの解決策はバックナットまたはボルト頭部２２の下方に、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）の独自仕様の両面摩擦ワッシャ８５を使用することである。

【０１５２】

図１５Ｈ～１５Ｋについて、別の解決策は、例えば、バックナット（図示せず）又はボルト頭部２２Ａ及び／又は２２Ｂの底面のような、ナット及びボルト頭部へＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャに関して説明した摩擦係数増加処理の適用である。それらのそれぞれの摩擦強化面８６Ａおよび８６Ｂは、特にボルト２４Ａおよび２４Ｂに負荷が加えられ始めるとすぐに、ボルト頭部２２Ａおよび２２Ｂが回転しないように保持する。８６Ａの摩擦強化は多くの図に示されているように、ワッシャ１のものと全く類似していることに留意されたい。なお、８６Ｂの摩擦強化は、図８Ｄ９のワッシャ１８Ｄ５のものと非常に類似している。

【０１５３】

言い換えれば、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）独自のワッシャおよびナットまたはボルトシステム、または対抗トルクＺワッシャおよびＺナットまたはＺボルトシステムは、外側反作用係合手段及び締め付けまたは緩めるべきナットまたはボルト頭部（Ｚワッシャ１など）の下方で使用するための１つの摩擦面とを有する第１のワッシャと、ジョイント部の反対側に低摩擦面を有するナットまたはボルト（Ｚボルト頭部２２Ａなど）とを含む。Ｚワッシャ～Ｚナット／ボルトシステムは、締結具のねじ山および面摩擦を制御してトルクからボルト荷重へのより良好な伝達を達成するために、スタッドまたはボルトの回転を停止させ、バックアップレンチの必要性を排除する。さらに、Ｚワッシャ～Ｚナット／ボルトシステムは、二重対抗トルクワッシャシステムがより高価であり、かつ／または効果が低い場合には、二重対抗トルクワッシャシステムに代わるものである。

【０１５４】

一般に、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚシステムに関する図１～図１５Ｇのほとんどの議論、より具体的にはＺワッシャ１～１８Ｄ７に関する図７及び８の議論（例えば、摩擦係数増加処理及び外側のエンゲージメントジオメトリの種類及び配置）は図１５Ｈ～１５Ｋの背面ナット及び／又はボルト頭部に適用され得る。

【０１５５】

Ｚワッシャ～Ｚナット／ボルトシステムは、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚシステムの一部、任意の組み合わせ、または全部と共に使用できる。トルクには不明な摩擦を有し、張力は不明なボルトの緩みを有することを思い出す。Ｚワッシャ・Ｚナット／ボルトシステムは、トルクおよび表面張力のボルト荷重精度を改善するために、制御不能な面摩擦および制御不能な側面荷重を排除するために、組み合わせられ、及び／又は部分として組み

10

20

30

40

50

合わせとしてもよい。

【0156】

(HYTORC (登録商標)・Zガン (詳細))

一例として図16A及び16Bを参照すると、これらの図面は、本来HYTORC (登録商標)・Zガンとして図3A～3Cに示された工具10A及び10Bを示す斜視図である。工具10A及び10Bは、駆動入力・出力アセンブリ100と、回転力増倍アセンブリ200と、振動力アセンブリ300と、モード・シフトアセンブリ400と、二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ15、又はHYTORC (登録商標)・Zソケットとを含む。

【0157】

一例として図17Aを参照すると、これは、工具10Aを「LSHT」モードで示す側方断面図である。図17Bを参照すると、これは、工具10Bを「HSLT」モードで示す側方断面図である。

【0158】

図17A及び17Bは、工具10A及び10Bの駆動入力・出力アセンブリ100を示している。駆動入力構成部分は、駆動力生成機構102と、ハンドルアセンブリ103と、切り換え機構104とを含有する駆動工具ハウジング101を含むことができる。駆動力生成機構102は1つの方向93にトルク回転力91を生成することによりナット36を回転させ、そして液圧式、空気圧式、電気式、又は手動式モータを含むモータ駆動手段として構成されたものとして示されている。駆動工具ハウジング101は概ね、操作者によって保持されるハンドルアセンブリ103を備えた円筒体として示されている。ハンドルアセンブリ103は、駆動力生成機構102を不動作位置と動作位置との間で、及びその逆に切り換えるための切り換え機構104を含む。回転力入力シャフト121は、駆動力入力・出力アセンブリ100の駆動力入力構成部分を、回転力増倍アセンブリ200及び振動力アセンブリ300と結合し、そして前記アセンブリの間に回転力91を伝達させる。回転力出力シャフト122は駆動部分123を含む。駆動部分は例えばスクエア駆動として構成することができる。回転力出力シャフト122は駆動力入力・出力アセンブリ100の駆動力出力構成部分を、回転力増倍アセンブリ200及び振動力アセンブリ300と結合し、回転力91の増倍形態又は振動形態を前記アセンブリ及び二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ15の間に伝達させる。1つの動作モードでは、反作用スプラインアダプタ443は反対方向94のトルク反力92を受容する。

【0159】

図18は、工具10Aの回転力増倍アセンブリ200及び振動力アセンブリ300をLSHTモードで示す側方断面図である。図18はまた駆動力入力・出力アセンブリ100の部分を示している。他の図には示されていない構成部分には、回転力出力シャフト軸受け191が含まれる。図19は、工具10A及び工具10Bの駆動工具ハウジングアセンブリ101、駆動工具ハンドルアセンブリ103、及び関連内側構成部分を示す斜視断面図である。図示された構成部分は、ハンドル・リアカバー131と、リアカバー131及びハウジング101の後部に隣接するガスケット137と、モータアセンブリ102と、ドエルピン135によって所定の場所に保持された外側空気弁133及び内側空気弁134を有する空気弁アセンブリ132とを含む。リアカバー131はハウジング101の後部に取り付けられ、BHCSトルクねじ136によってハウジング101内のこのような構成部分を保持している。トリガアセンブリ150は切り換え機構104と、ばね151と、トリガ・シャフト・プッシュ152と、トリガ・ロッド153とを含む。ハンドル103は、制御弁157及びドエルピン156を備えた制御弁アセンブリと、円錐ばね161と、調節器弁スペーサ162と、1つは制御弁アセンブリ155と内側調節器ハウジング164との間に構成され、1つは内側調節器ハウジング164と底部プレート173との間に構成されたOリング163とを含む。底部プレート173とノイズ・フィルタ172との間には網目スクリーン171が構成されている。穴付きボルト174はこのような構成部分、及びガスケット176を有する底部プレート173をハンドルアセンブリ10

10

20

30

40

50

3に結合する。エア・フィッティング715が底部プレート173から突出しており、内側調節器ハウジング164に結合している。ハンドル押しボタンアセンブリ180（図示せず）は操作者が回転力方向を変えるのを可能にし、押しボタンハンドル挿入体181と、押しボタンラック182と、ばね183と、コネクタ184とを含む。

【0160】

回転力増倍アセンブリ200は、複数の回転力増倍トランスミッタアセンブリを含む、実質的にL S H Tモードのための、回転力増倍機構・ハウジング201内の回転力増倍機構210を含んでいる。図17A及び17Bにおいて示された実施態様では、回転力増倍アセンブリ200は5つの増倍トランスミッタアセンブリ211, 212, 213, 214及び215を含んでいる。言うまでもなく、数多くの周知のタイプの力増倍機構がある。一般的に、回転力増倍トランスミッタアセンブリ211~215は、回転力増倍機構210、複合エピサイクリック・ギア・システムを構成する。複合エピサイクリック・ギア・システムは、中心の太陽歯車の周りを回る複数の外側遊星歯車を含んでよい。遊星歯車は可動キャリア上に取り付けられていてよく、これらのキャリア自体は太陽歯車に対して回転することができる。このような複合エピサイクリック・ギア・システムは、遊星歯車と係合する外側リングギアを含んでよい。単純エピサイクリック・ギア・システムは1つの太陽と、1つのリングと、1つのキャリアと、1つの遊星集合とを有している。複合エピサイクリック・ギア・システムは、噛み合い遊星構造、段階遊星構造、及び／又は多段遊星構造を含むことができる。単純エピサイクリック・ギア・システムと比較して、複合エピサイクリック・ギア・システムの利点は、より大きい減速比、より高いトルク対重量比、及びよりフレキシブルな形態である。

【0161】

回転力増倍トランスミッタアセンブリ211~215はギアケージ、遊星歯車、遊星歯車、リングギア、太陽歯車、揺動歯車、サイクロイド歯車、エピサイクリック・ギア、コネクタ、スペーサ、シフト・リング、保持リング、ブシュ、軸受け、キャップ、伝動歯車、伝動シャフト、位置決めピン、駆動ホイール、ばね、又はこれらの任意の組み合わせ又は部分を含んでよい。回転力増倍トランスミッタ、例えば211~215は他の同様の構成部分を含んでよい。なお、回転力入力シャフト121を回転力増倍トランスミッタと考えてもよく、具体的にはこれは回転力増倍トランスミッタ211の第1段モータ太陽歯車である。回転力増倍アセンブリはよく知られており、開示され説明されている。一例が出願人の米国特許第7,950,309号明細書に開示され説明されている。この文献全体は参照することにより本明細書中に援用される。

【0162】

図18は、回転力増倍アセンブリ200の部分を、図17A及び17Bよりも詳細に示す図である。図18に示され図17A及び17Bに示されていない回転力増倍アセンブリ200の構成部分は、ロックナット250と、ロックワッシャ249と、軸受け241と、ハウジング・アダプタ247と、軸受けスペーサ252と、内側保持リング243と、軸受け242と、ギアボックス・コネクタ248と、上側及び下側の内側保持リング251と、上側及び下側の玉軸受け246と、二重シールされた軸受け244と、内側保持リング245とを含む。

【0163】

振動力アセンブリ300は、1つ又は複数の振動トランスミッタを含む、実質的にH S L Tモードのための、振動力機構・ハウジング301内の振動力機構310を含んでいる。図17A及び17Bに示された実施態様では、振動力アセンブリ300は2つの振動トランスミッタ、特に衝撃トランスミッタ311及び312を含んでいる。言うまでもなく、種々の周知の振動力機構があり、そしてしばしば、アンビル及び回転ハンマから成る衝撃力機構を伴う。ハンマはモータによって回転させられ、アンビルは回転抵抗を有する。それぞれの衝撃はハンマ力を与える。このハンマ力は出力駆動部に送られる。

【0164】

一般的には、振動力アセンブリは振動力機構、例えば超音波力トランスミッタを含む超

音波力機構、質量不均衡力トランスミッタを含む質量不均衡力機構、又は時間依存性外乱（荷重、変位、又は速度）カトランスミッタを含む任意の他の時間依存性外乱（荷重、変位、又は速度）機構を含んでよい。さらなる振動力アセンブリは、ハンマ、アンビル、コネクタ、スペーサ、シフト・リング保持リング、ブシュ、軸受け、キャップ、伝動ギア、伝動シャフト、位置決めピン、駆動ホイール、ばね、又はこれらの任意の組み合わせを含んでよい。振動トランスミッタ、例えば 3 1 1 及び 3 1 2 は、他の周知の同様の構成部分を含んでもよい。図 1 8 はまたドエル・ピン 3 2 0 を示している。

【0 1 6 5】

一般的には、工具 1 0 A 及び 1 0 B の R P M は、トルク出力が増加するのに伴って低下する。振動力機構 3 1 0 の作動化又は非作動化は或いは、R P M が低下するか又は所定の数値を超えると、力機構 3 1 0 が無効又は有効になるようになっていてもよい。H S L T モードにおいて、振動力機構 3 1 0 はナットに回転力を提供する。L S H T モードにおいて、振動力機構 3 1 0 は工具の 1 つの部分から別の部分へ回転力を送るための延長部として作用する。なお、振動力機構 3 1 0 は工具モータに近接して、又は工具出力駆動部に近接して、又はこれらの間の何れかの場所に配置することができる。

【0 1 6 6】

H S L T モードでは、振動力機構 3 1 0 は常に回転力を受容して回転し、ハウジングは回転力を受容してもしなくてもよく、そしてトルク出力は比較的低いので、ハウジングは反作用する必要はない。なお、図 1 7 A 及び 1 7 B の実施態様では、振動力機構 3 1 0 は高速モード、例えば H S L T モードでのみ動作可能である。すなわち、トルク増強機構が動作可能である低速時、例えば L S H T モードにおいて、衝撃はなく且つ／又は振動は最小限である。H S L T モード中、少なくとも 2 つの増倍トランスミッタは単一であり、ハンマと回転することにより、衝撃機構からのハンマ動作を支援する。なお、締結具が腐食、ねじ山及び面の変形、及び／又はねじ山かじりをほとんど又は全く示さない場合、振動力機構 3 1 0 は H S L T モードでは必要でない場合がある。

【0 1 6 7】

スライド作用モード・シフトアセンブリ 4 0 0 は実質的に、工具 1 0 A を L S H T モードから H S L T モードへ、そして工具 1 0 B を H S L T モードから L S H T モードへシフトするためのものである。図 1 7 A 及び 1 7 B に示された実施態様において、スライド動作モード・シフトアセンブリ 4 0 0 はシフト・ベース 4 0 1 と、シフト・カラー 4 4 2 と、スプライン・シフト・スイベル 4 4 3 と、シフト・スプライン・リング 4 4 5 と、外側シフト・リング 4 5 6 と、内側シフトアセンブリ 4 5 0 とを含む。内側シフトアセンブリ 4 5 0 は、図 1 7 A 及び 1 7 B に示されているように、内側シフト・ブシュ 4 5 2 と、内側シフト・リング 4 5 3 と、結合玉軸受け 4 5 4 とを含む。

【0 1 6 8】

スライド・アクションモード・シフトアセンブリ 4 0 0 は、手動アセンブリ（シーケンシャル・マニュアル、非同期、又はプレセレクト）、又は自動アセンブリ（マニユマティック、半自動、電気液圧、サクソマツ、二重クラッチ、又は連続可変）、トルクコンバータ、ポンプ、遊星歯車、クラッチ、ベルト、弁、コネクタ、スペーサ、シフト・リング保持リング、ブシュ、軸受け、カラー、ロックボール、キャップ、伝動ギア、伝動シャフト、シンクロナイザ、位置決めピン、駆動ホイール、ばね、又はこれらの任意の組み合わせ又は部分を含んでよい。モード・シフト構成部分は他の周知の同様の構成部分を含んでもよい。言うまでもなく、種々の周知のモード・シフトアセンブリがあり、そしてしばしばカラー、リング、及びロックボールから成るシフト構成部分に関与する。

【0 1 6 9】

図 1 8 は、スライド作用モード・シフトアセンブリ 4 0 0 の部分を、図 1 7 A 及び 1 7 B よりも詳細に示す図である。図 1 8 に示され図 1 7 A 及び 1 7 B に示されていないシフトアセンブリ 4 0 0 の付加的な構成部分は、内側保持リング 4 5 1、4 5 7 及び 4 5 9 と、下側及び上側ブシュ 4 4 6 及び 4 4 7 と、シフト・リング反作用プラグ 4 5 8 とを含む。図 2 0 は、工具 1 0 A 及び工具 1 0 B のモード・シフトアセンブリ 4 0 0 を示す斜視図

10

20

30

40

50

である。図 20 は、モード・シフトアセンブリ 400 の実質的な外側部分を示している。他の図面には示されていない構成部分は、ロック・シャフト・キャップ 402 と、ハンドル挿入体 403 と、ハンドル・グリップ 404 と、プル・ハンドル 405 と、アクチュエータ・リンク及びシフト・ピン 406 と、ピボット・ピン 407 と、シフト延長ブラケット 410 と、SHCS 411 と、シフト・締結具アセンブリ 430 と、下側及び上側シフト・リンク 441 と、波形ばね 448 と、ホルダ・スプライン 490 とを含む。

【0170】

図 5 A ～ 5 D に戻ると、これらは、工具 10 A 及び工具 10 B の二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ 15、並びに工具 10 C 及び工具 10 D の二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ 15 A を示す斜視断面図である。

【0171】

L S H T モードにおいて、二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ 15 は実質的に、回転力 91 の増倍形態をナット 36 へ 1 つの方向 93 に伝達させ、別の方向 94 の反力 92 の対応増倍形態を、静止対象物として作用する Z ワッシャ 1 へ伝達させるためにある。H S L T モードにおいて、二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ 15 は実質的に、回転力 91 の振動形態をナット 36 又はナット 36 及びワッシャ 1 へ 1 つの方向に伝達させるためにある。図 17 A 及び 17 B に示された実施態様では、二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ 15 は内側駆動・ソケット 16 と外側反作用ソケット 17 とを含む。外側反作用ソケット 17 は、L S H T モード中に反作用スプライン・シフト・スイベル 443 と回転不能に係合可能である。言うまでもなく、回転力及び反力をねじ締結具、並びにそのナット及びそのワッシャに伝達させる種々の周知の係合機構がある。これらの機構には、キャストレーション、スプライン、及び他のジオメトリが含まれる。

【0172】

工具 10 A は L S H T モードにおいて次のように動作する。操作者はシフト・ベース 401 を後方位置に向かって引張る。結合／ロック玉軸受け 454 が回転力増倍機構・ハウジング 201 から解離し、反作用スプライン・シフト・スイベル 443 内側のシフト・スプライン・リング 445 と係合する。シフト・ベース 401 は回転力増倍機構・ハウジング 201 と連結される。回転力増倍トランスミッタ 211 ～ 215 はロック解除され、互いに自由に回転することができる。また操作者がシフト・ベース 401 を後方位置に向かって引張ることにより、シフトアセンブリの振動（衝撃）カスプライン・リング 453 を振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 と係合させる。このことは振動（衝撃）カトランスミッタ 311 及び 312、ひいては振動（衝撃）力アセンブリをロックアップする。そしてこのことは、回転力出力駆動シャフト 120 が、回転力増倍トランスミッタ 215 の第 5 ギアケージによって駆動されるのを可能にする。第 5 ギアケージは振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 とスプライン係合される。スプライン・シフト・スイベル 443 は反作用ソケット 17 とスプライン係合される。そして反作用ソケット 17 はナット 36 の下側でワッシャ 1 とジオメトリ的に係合される。ナット 36 の着座時に、圧縮されたロック・ディスク・ワッシャ 1 が静止対象物として役立つ。この静止対象物によって、回転力増倍機構・ハウジング 201 は反作用ソケット 17 の反作用をオフにする。回転力増倍機構・ハウジング 201 が静止状態で保持された状態で、回転力増倍トランスミッタ 211 ～ 215 は回転力出力駆動シャフト 120 を介して、着座されたナット 36 を締め付ける。

【0173】

一般的に、工具 10 B の動作は衝撃機構 310 の作動化又は非作動化を必要とする。スライド作用モード・シフトアセンブリ 400 は、増倍機構 210、衝撃機構 310、増倍機構 210 の部分（例えば複数の増倍トランスミッタの 1 つ）、衝撃機構 310 の部分（例えば複数の衝撃トランスミッタの 1 つ）、又はこれらの任意の組み合わせの間で工具 10 A をシフトすることができる。

【0174】

工具 10 B は H S L T モードにおいて次のように動作する。操作者はシフト・ベース 401 を前方位置に向かって押す。結合／ロック玉軸受け 454 が回転力増倍機構・ハウジ

10

20

30

40

50

ング 201 及び振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 と係合する。シフタ・スプライン・リング 445 は反作用スプライン・シフタ・スィベル 443 内側から解離し、これによりこれをアイドル状態にし、不活性にする。従って、反作用ソケット 17 はアイドル状態であり不活性である。なぜならば、これは回転力増倍機構・ハウジング 201 とスプライン係合されないからである。結合／ロック玉軸受け 454 が振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 と係合した状態で、回転力増倍トランスミッタ 211～215 はロックアップされ、互いに相対回転することができない。従って、回転力増倍アセンブリ 200 は回転力入力シャフト 121 を介して単一の質量として回転する。モータ 102 は、回転力増倍トランスミッタ 211 の第 1 段太陽モータ歯車を含む回転力入力シャフト 121 を回転させる。また操作者がシフタ・ベース 401 を前方位置に向かって押すことにより、シフトアセンブリの振動（衝撃）カスプライン・リング 453 を振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 から解離する。このことは振動（衝撃）カトランスミッタ 311 及び 312、ひいては振動（衝撃）力アセンブリ 300 をロック解除する。振動（衝撃）力機構・ハウジング 301 は回転力増倍トランスミッタ 215 の第 5 ギアケージとスプライン係合される。振動（衝撃）カトランスミッタ 312（アンビル）は、回転力出力駆動シャフト 120 にスプライン係合される。回転力出力駆動シャフト 120 は振動（衝撃）カトランスミッタ 311（ハンマ）の衝撃によってナット 36 をスタッド 23 上でランアップ又はランダウンさせる。

【0175】

図 3A～3C 及び 4A～4B に戻ると、一般的に、そしてナット 36 の斜視図から、工具 10A は L S H T モードにおいてナット 36 を締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩める。そして工具 10B は H S L T モードにおいてナット 36 をランアップ、ランダウン、又はランアップ且つランダウンさせる。一般的に、そしてワッシャ 1 の斜視図から、工具 10A は L S H T モードにおいて、ロードされたスタッド 23' 上の締め付けられたナット 36' と締め付けられた接合部 30' との間でワッシャ 1'' を所定の締め付けトルクまで加圧し、且つ／又は予め弛緩されたスタッド 23' 上の着座されたナット 36' と予め弛緩された接合部 30' との間でワッシャ 1' を所定の締め付けトルクから圧縮する。一般的に、そしてナット 36 の斜視図から、H S L T モードにおいて、工具 10B はプリロードされたスタッド 23' 上の着座されたナット 21' と予め締め付けされた接合部 30' との間でワッシャ 1' を所定の締め付けトルクまで圧縮し、スタッド 23 上のナット 36 と、緩められた接合部 30 との間でワッシャ 1 を所定の締め付けトルクから圧縮軽減し、又はロードされたスタッド 23'' 上の締め付けられたナット 21'' と締め付けられた接合部 30'' との間で加圧されたワッシャ 1'' に振動を与えることによって、ボルトねじ山腐食部分を十分に粉碎する。なお「'」及び「''」を有する参照番号は同様の力規模を表す。

【0176】

H S L T モードにおいて、工具 10B は、スタッド 23 上のナット 36、又はナット 36 及びワッシャ 1 の両方を 1 つの方向 93 の回転力 91 によってランダウンさせることによりナット 36' を着座させ、そして予め締め付けされた接合部 30' 上のプリロードされたスタッド 23' 上のワッシャ 1' を所定の締め付けトルクまで圧縮し、予め弛緩された接合部 30' 上の予め弛緩されたスタッド 23' 上の着座されたナット 36' 又は着座されたナット 36' 及び圧縮されたワッシャ 1'' の両方を、反対方向 94 の回転力 92 で所定の予め弛緩トルクからランアップさせ、又は加圧されたワッシャ 1'' に被さる締め付けられたナット 36'' に振動（衝撃）を与えることにより、ねじ山腐食部分を十分に粉碎するように振動を加える。L S H T モード中、工具 10A は、予め締め付けられた接合部 30' 上のプリロードされたボルト 23' 上の圧縮されたワッシャ 1' 上の着座されたナット 36' を、1 つの方向 93 の回転力 91 で所定の締め付けトルクまで締め付け、そして反対方向 93 の反力 92 を圧縮されたワッシャ 1' に加え、又は締め付けられた接合部 30' 上のロードされたスタッド 23'' 上の加圧されたワッシャ 1'' に被さる締め付けられたナット 36'' を、反対方向 94 の回転力 92 で所定の締め付けトルクから緩め、そして 1 つの方向 93 の反力 91 を加圧されたワッシャ 1'' に加える。なお「'」及び「''」を有する参照番号は同様の力規模

10

20

30

40

50

を表す。

【0177】

動作中、工具10Aは、L S H Tモードにおけるナット36を座から外し、所定の予め弛緩トルクでワッシャ1を圧縮軽減すると、H S L Tモードの工具10Bに切り換わる。動作中、工具10Bはナット36を着座させ、所定の締め付けトルクでワッシャ1を圧縮軽減するか、又はねじ山腐食部分を十分に粉砕すると、H S L Tモードから、L S H Tモードの工具10Aに切り換わる。なお、操作者は工具をL S H TモードからH S L Tモードへ、又はその逆へ切り換えるためにモード・シフトアセンブリ400を使用するが、しかしこのようなスイッチは他の周知の同様の構成部分を含んでよい。モード・シフトアセンブリ400は手動スイッチであるが、しかし自動であってもよい。同様に、振動（衝撃）力アセンブリ300の作動化又は非作動化も手動又は自動で行われてよい。L S H Tモードは、トルク調節型から振動支援型へ、又はその反対へ切り換えることができ、H S L Tモードは振動調節型からトルク支援型へ、又はその反対へ切り換えることができる。ワッシャ1が回転を始める又は終える場合にも、振動（衝撃）力アセンブリ300は動作を続けることができる。また、L S H Tモードはナット36を緩めるために振動で支援することにより、化学物質、熱、及び／又は潤滑腐食を克服し、そしてボルトねじ山のかじりを回避するのを助けることができる。

【0178】

なお、産業用締結具をかじりを低減した状態で締め付けそして緩める本発明による動力工具は、回転力増倍機構・ハウジング201が回転力増倍トランスミッタ211～215の少なくとも1つと動作的に結合されており、L S H Tモード中、増倍トランスミッタ211～215の少なくとも2つが互いに相対回転し、そしてH S L Tモード中、増倍トランスミッタ211～215の少なくとも2つが、回転力衝撃機構310によって与えられるハンマ動作を支援するように統一される、ことを特徴とすることもできる。H S L Tモード中、回転力出力駆動シャフト120、及びハウジングを含む回転力増倍アセンブリ200の組み合わせは、同じ方向の単一の質量として回転する。これにより、腐食、ねじ山変形、及び面変形を克服し、ボルトのねじ山のかじりを回避するために衝撃機構のトルク出力を向上させる慣性が構成される。

【0179】

回転力を発生させるためのモータ102と、回転力91を伝達させるための駆動部（122及び123）と、回転力増倍トランスミッタ211～215を含む、L S H Tモードのための回転力増倍機構・ハウジング201内の回転力増倍機構210と、振動トランスミッタ311、312を含むH S L Tのための振動力機構310と、ナット36と動作的に結合された駆動ソケット16と、L S H Tモード中にワッシャ1に反力92を伝達させるためにワッシャ1と動作的に結合され、そしてH S L Tモード中にワッシャ1と動作的に結合されるか、又はワッシャ1から動作的に解離される反作用ソケット17とを有する種類の動力工具（10A及び10B）によって、ナット36と、ワッシャ1と、スタッド23とを有する種類の産業用締結具20で、かじりを最小限に抑えた状態で2つの部分を互いに締め付け、そして緩める方法が開示される。このような方法は、締め付けることが、ワッシャ1をスタッド自由端25に置き、スタッド自由端25上のワッシャ1にナット36を被せ、H S L Tモードでは、スタッド自由端25上のナット36又はナット36及びワッシャ1を所定の締め付けトルクまでランダウンさせることにより、ナット36を着座させてワッシャ1を圧縮し、H S L TモードをL S H Tモードに切り換え、そしてL S H Tモードでは、着座されたナット36を所定の締め付けトルクまで、締め付けるようにトルク適用し、そして締め付けられたナット36と締め付けられた接合部30との間でワッシャ1を加圧し、そして緩めることが、締め付けられたナット36及び加圧されたワッシャ1に工具10Aを被せ、加圧されたワッシャ1に被さる締め付けられたナット36をL S H Tモードでは所定の弛緩トルクまで、緩めるようにトルク適用し、L S H TモードからH S L Tモードへ切り換え、そしてH S L Tモードでは、スタッド自由端上の着座されたナット36又は着座されたナット36及び圧縮されたワッシャ1をランアップさせる

ことを含む。緩める方法はさらに、H S L Tモードで、加圧されたワッシャ 1 に被さる締め付けられたナット 3 6 を振動させることにより、振動を加えてボルトねじ山腐食部分を粉碎し、そしてH S L TモードからL S H Tモードへ切り換えることを含む。

【0180】

上記工具 1 0 A 及び 1 0 B、並びに下記工具 1 0 F、1 0 G、1 0 H 及び 1 0 I は、一般的に、同軸的反作用面と、スタッドと、スタッドに螺合可能なナット又はスタッドに結合されたスタッド・ヘッドとを有する種類の産業用ねじ締結具を、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩めるためのトルク動力工具として記述することができる。工具 1 0 A、1 0 B、1 0 F、1 0 G、1 0 H 及び 1 0 I は、回転力を発生させるためのモータと、回転力を伝達させるための駆動部と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モードに対応する回転力増倍トランスミッタを含む、ハウジング内の回転力増倍機構と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モード中で動作可能な間欠力モードのための振動トランスミッタを含む少なくとも 1 つの振動力機構とを含む。

10

【0181】

或いは、上記工具 1 0 A 及び 1 0 B、並びに下記工具 1 0 F、1 0 G、1 0 H 及び 1 0 I は、ナット、ワッシャ、及びスタッドを有する種類の産業用ねじ締結具を、かじりを最小限に抑えて締め付け且つ緩めるための動力工具として記述することができる。工具は、回転力を発生させるためのモータと、回転力を伝達させるための駆動部と、連続トルク・モードに対応する回転力増倍トランスミッタを含む、ハウジング内の回転力増倍機構と、間欠トルクモード、間欠力モード、又は間欠トルクモード及び間欠力モードの両方のための振動トランスミッタを含む振動力機構とを含む。

20

【0182】

図 2 1 A を一例として参照すると、これは、本発明の実施態様を工具 1 0 F として示す断面図である。工具 1 0 F は、スタッドと、スタッドに螺合可能なナットとを有する種類の産業用ねじ締結具 8 0 1 を、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩めるための動力工具である。工具 1 0 F は、駆動入力・出力アセンブリ 8 1 0 と、回転力増倍アセンブリ 8 2 0 と、振動力アセンブリ 8 3 0 と、モード・シフトアセンブリ 8 4 0 と、駆動出力ソケット反作用アームアセンブリ 8 5 0 とを含む。

【0183】

図 2 1 B を一例として参照すると、これは、本発明の実施態様を工具 1 0 G として示す断面図である。工具 1 0 F 及び 1 0 G は、参照番号の重複によって示されているように類似している。工具 1 0 G は、同軸的反作用面、例えば H Y T O R C (登録商標)・Z ワッシャ 1 と、スタッドと、スタッドに螺合可能なナットとを有する種類の産業用ねじ締結具 8 0 2 を、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩めるための、反作用アームなしの動力工具である。工具 1 0 G は、駆動入力・出力アセンブリ 8 1 0 と、回転力増倍アセンブリ 8 2 0 と、振動力アセンブリ 8 3 0 と、モード・シフトアセンブリ 8 4 0 と、H Y T O R C (登録商標)・Z ソケット 1 5 と同様の二重駆動出力・反作用アームアセンブリ 8 5 5 とを含む。

30

【0184】

工具 1 0 F 及び 1 0 G は、1 つ又は複数のギア段を有する回転力増倍機構を含む。振動力機構が、ハンマ及びアンビルを有する回転力衝撃機構と、超音波力トランスミッタを含む超音波力機構、質量不均衡力トランスミッタを含む質量不均衡力機構、又は時間依存性外乱(荷重、変位、回転、又は速度)力トランスミッタを含む任意の他の時間依存性外乱(荷重、変位、回転、又は速度)機構から成る間欠力機構 8 6 0 とを含む。工具 1 0 F は、間欠力機構 8 6 0 を含む改良型 H Y T O R C (登録商標)・T H R I L L ガンである。工具 1 0 G は、間欠力機構 8 6 0 を含む改良型 H Y T O R C (登録商標)・Z ガンである。

40

【0185】

図 2 2 A を一例として参照すると、これは、本発明の実施態様を工具 1 0 H として示す断面図である。工具 1 0 H は、スタッドと、スタッドに螺合可能なナットとを有する種類の産業用ねじ締結具 9 0 1 を、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け且

50

つ緩めるための動力工具である。工具１０Ｈは、駆動入力・出力アセンブリ９１０と、回転力増倍アセンブリ９２０と、振動力アセンブリ９６０と、モード・シフトアセンブリ９４０と、駆動出力ソケット・反作用アームアセンブリ９５０とを含む。

【０１８６】

図２２Ｂを一例として参照すると、これは、本発明の実施態様を工具１０Ｉとして示す断面図である。工具１０Ｈ及び１０Ｉは、参照番号の重複によって示されているように類似している。工具１０Ｉは、同軸的反作用面、例えばＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャ１と、スタッドと、スタッドに螺合可能なナットとを有する種類の産業用ねじ締結具９０１を、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け、且つ緩めるための、反作用アームなしの動力工具である。工具１０Ｉは、駆動入力・出力アセンブリ９１０と、回転力増倍アセンブリ９２０と、振動力アセンブリ９６０と、モード・シフトアセンブリ９５０と、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚソケット１５と同様の二重駆動出力・反作用アームアセンブリ９５５とを含む。

10

【０１８７】

工具１０Ｈ及び１０Ｉは、１つ又は複数のギア段を含む回転力増倍機構を含む。振動力機構９６０は、超音波力トランスミッタを含む超音波力機構、質量不均衡力トランスミッタを含む質量不均衡力機構、又は時間依存性外乱（荷重、変位、回転、又は速度）カトランスミッタを含む任意の他の時間依存性外乱（荷重、変位、回転、又は速度）機構を含む。工具１０Ｈは、間欠力機構９６０を含むＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・ｊＧＵＮガン二重スピードプラスである。工具１０Ｉは、間欠力機構９６０と、ＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚソケット１５と同様の二重駆動出力・反作用ソケットアセンブリ９５５とを含むＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・ｊＧＵＮガン二重スピードプラスである。

20

【０１８８】

工具１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｇ、及び１０Ｉに加えて、駆動ソケットはナットと動作的に結合される。反作用ソケットは、高抵抗トルク・モード中に、同軸的反作用面に反力を伝達させるためにハウジング及び同軸的反作用面と動作的に結合されてよい。或いは反作用ソケットは、低抵抗トルク・モード又は間欠力モード中に、ハウジング及び同軸的反作用面と動作的に結合されるか、又はハウジングと動作的に結合され、且つ同軸的反作用面から動作的に解離されてもよい。駆動ソケットは内側ソケットとして示され、そして反作用ソケットは外側ソケットとして示されている。

30

【０１８９】

下記考察は工具１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｆ、１０Ｇ、１０Ｈ及び１０Ｉに関する。なお、説明しやすさのために、「ナット」又は「締結具」に言及するときにはいつもこれは、スタッドに取り付けられたスタッド・ヘッド、スタッド上且つ又スタッドに被さるナット及びワッシャ、スタッドに取り付けられたスタッド・ヘッド及びスタッドに被さるワッシャの可能性を含む。なお、任意の適宜の締結具・ジオメトリ、例えばアレンキー結合、穴付きショルダねじ「ＳＳＣ」ヘッド、穴付きボタンねじ「ＳＨＢＳ」ヘッド、六角穴付きボルト「ＨＨＣＳ」ヘッド、丸頭すり割り付きねじ「ＲＨＳＳ」ヘッド、平頭トルクスねじ「ＦＨＴＳ」ヘッド、穴付きセットねじ「ＳＳＳ」ヘッド、又は穴付きボルト「ＳＨＣＳ」ヘッドを本発明と共に用いることができる。

40

【０１９０】

これらの考察では、同軸的反作用面をワッシャとして記述する。しかしながらいくつかの事例では、ワッシャは締め付けられるべき又は緩められるべき接合部と一体的に構成されるか又は接合部に結合されてよい。他の事例では、同軸的反作用面はナットを超えて延びるスタッド部分である。さらに他の事例では、同軸的反作用アームは、かじりを最小限にして締め付け及び弛緩を行うために、実現可能且つアクセス可能な静止対象物に当接してよい。

【０１９１】

一般的に、工具１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｆ、１０Ｇ、１０Ｈ及び１０Ｉは、間欠力モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具はナット、又はナット及びワッシャを

50

1つの方向の間欠回転力によってランダウンさせてよい。工具はナット、又はナット及びワッシャを反対方向の間欠回転力によってランアップさせてよい。或いは、工具は反対方向に振動及び回転を加えるための間欠回転力、振動を加えるための間欠振動力、又はその両方によって、ナット、又はナット及びワッシャ、又はスタッド・ヘッド及びワッシャに衝撃、振動、又は衝撃及び振動の両方を施してよい。

【0192】

より具体的には、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、間欠力モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具はナット、又はナット及びワッシャ1つの方向の間欠回転力によってランダウンさせることにより、有意な不都合なボルト締結適用特性を有する制限的に回転可能な状態から、所定の締め付けトルク状態へナットを着座させ、そして締め付けられるべき接合部と、着座されたナットとの間でワッシャを圧縮してよい。工具はナット、又はナット及びワッシャを反対方向の間欠回転力によってランアップさせることにより、所定の締め付けトルク状態から有意な不都合なボルト締結適用特性を有する制限的に回転可能な状態へ、ナットを座から外し、そして緩められるべき接合部と、座から外されたナットとの間のワッシャを圧縮軽減してよい。或いは、工具は不十分に粉碎されたねじ山腐食状態から十分に粉碎されたねじ山腐食状態になるように、反対方向に振動及び回転を加えるための間欠回転力、振動を加えるための間欠振動力、又はその両方によって、ナット、又はナット及びワッシャに衝撃、振動、又は衝撃及び振動の両方を与えてよい。例えば工具は超音波発生器、例えば振動力機構960を介して超音波を生成することができる。

【0193】

しばしば間欠力（衝撃、振動、超音波など）は、ナットとフランジ面との間でワッシャをしっかりと圧縮するためにランダウン時に必要である。衝撃によるこのような圧縮がないと、ワッシャは、2つのワッシャ面の2つの摩擦に起因する反作用を受け取らない場合がある。適切に圧縮されると、ナットに当接するワッシャ面が、工具のトルク出力による時計回りの回転摩擦を受容し、そして反力による等しい逆の反時計回りの回転摩擦を受容する。このようなものとして、フランジ面に当接するワッシャ面からの回転摩擦は、ワッシャが回転するのを防止する。換言すれば、工具は、ワッシャを定置に保持する一方、ナットを回転させるように構成されている。これにより、通常の側面荷重及びナット間の表面の差異がなくなる。トルクの締結具荷重への変換を改善するために、ねじ山摩擦及び面摩擦がより良好に制御される。

【0194】

一般的に、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、高抵抗トルク・モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具は、ナットを1つの方向の低速高トルク回転力で締め付け、そしてワッシャに反対方向の反力を加えてよい。且つ／又は、工具はナットを前記反対方向の低速高トルク回転力で緩め、そしてワッシャに前記1つの方向の反力を加えてよい。

【0195】

より具体的には、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、高抵抗トルク・モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具は、ナットを1つの方向の低速高トルク回転力でトルクアップすることにより、所定の締め付けトルク状態から所定の締め付けトルク状態へナットを締め付け、そしてワッシャに反対方向の反力を加えることにより、緩められた接合部と、締め付けられたナットとの間でワッシャを加圧してよい。且つ／又は工具は、ナットを反対方向の低速高トルク回転力でトルクダウンすることにより、所定の締め付けトルク状態から所定の締め付けトルク状態へナットを緩め、そしてワッシャに前記1つの方向の反力を加えることにより、緩められた接合部と、緩められたナットとの間でワッシャを圧力軽減してよい。

【0196】

一般的には、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、低抵抗トルク・モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具は、ナット、又はナット及

びワッシャを1つの方向の高速低トルク回転力によってランダウンさせてよい。且つ／又は工具は、ナット、又はナット及びワッシャを反対方向の高速低トルク回転力によってランアップさせてよい。

【0197】

より具体的には、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、低抵抗トルク・モード中に下記のもの何れかを行うことができる。工具は、ナット、又はナット及びワッシャを1つの方向の高速低トルク回転力によってランダウンさせることにより、有意でない不都合なボルト締結適用特性を有する自由に回転可能な状態から、所定の締め付けトルク状態へナットを着座させ、そして締め付けられるべき接合部と、着座されたナットとの間でワッシャを圧縮してよい。且つ／又は工具は、ナット、又はナット及びワッシャを反対方向の高速低トルク回転力によってランアップさせることにより、所定の締め付けトルク状態から有意でない不都合なボルト締結適用特性を有する自由に回転可能な状態へ、ナットを座から外し、そして緩められるべき接合部と、座から外されたナットとの間のワッシャを圧縮軽減してよい。

【0198】

一般的には、工具10A、10B、10F、10G、10H及び10Iは、ナットを高抵抗トルク・モードで締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩めてよい。工具は、ナット、又はナット及びワッシャにランアップ、ランダウン、又は衝撃を間欠トルク・モード又は低抵抗トルク・モードで施してよい。工具はナットを着座させ、そしてワッシャを所定の締め付けトルク状態で圧縮したとき、且つ／又はねじ山腐食部が十分に粉碎されたときに、間欠トルク・モードから高抵抗トルク・モードへ切り換わってよい。工具は、ナットを座から外し、ワッシャを所定の予め弛緩トルク状態で圧縮軽減したときに、高抵抗トルク・モードから間欠トルク・モード、及び／又は低抵抗トルクへ切り換わってよい。工具は、ナットを着座させ、そしてワッシャを所定の締め付けトルク状態で圧縮したときに、低抵抗トルク・モードから高抵抗トルク・モードへ切り換わってよい。

【0199】

動作中、工具は、高抵抗トルク・モードから間欠トルク・モードへ、高抵抗トルク・モードから低抵抗トルク・モードへ、低抵抗トルク・モードから間欠トルク・モードへ、低抵抗トルク・モードから高抵抗トルク・モードへ、間欠トルク・モードから高抵抗トルク・モードへ、又は間欠トルク・モードから低抵抗トルク・モードへ切り換わることができる。

【0200】

衝撃機構又はトルク増倍機構の作動化又は非作動化は手動又は自動で行われてよい。このように、切り換え機構は手動式又は自動式であってよい。さらに、切り換え機構、ひいては任意のモード、又はモードと及び対応機構との組み合わせは、締結具上の観察された荷重に従って自動的に作動化されてよい。例えば、本発明のかじりが最小化された出力工具は、締め付けられた締結具内の腐食を粉碎するために、そして高速でナットをランアップ又はランダウンさせるために、振動及び／又は衝撃を必要とすることがある。トルクで締め付けられたナットは、単なる振動及び／又は衝撃で回転することはできない。操作者はトルクで締め付けられたナット内の乾燥した腐食部分を粉碎するために振動及び／又は衝撃を作動化することを必要とする場合がある。これはトルク増倍機構とは独立して、又はこの機構と組み合わせて行うことができる。上述のように、潤滑剤が乾燥又は消失する、腐食部分が存在する、そしてスタッドがまだローディングされ延伸されているのに伴って、ナットを緩めるのに必要なトルクは初期締め付けトルクよりも大きい。換言すれば、スタッドをアンローディングして非延伸状態にするためにはより高いトルク値がかかる。ひとたびナットが緩められると、これは低抵抗トルク・モード及び／又は間欠トルク・モード中、より高い速度で回転させ、又はランアップさせることができる。しかしながら、腐食し、且つ／又は損傷又は欠陥のあるスタッドねじ山上でナットを解放しなければならない場合がある。しばしば、これは、トルク増倍機構と組み合わせた振動及び／又は間欠力を必要とする。ランダウン時、ナットは、低抵抗トルク・モード及び／又は間欠トルク

・モード中により高速で回転させられる。ここで低抵抗トルク・モードだけでは、腐食し且つ／又は損傷又は欠陥のあるスタッドねじ山を克服するには不十分なこともある。同様にしばしば、これは振動又は間欠力及び／又はトルク増倍機構と組み合わせた間欠力を必要とする。本発明はこれらの問題を解決する。

【0201】

一般的に、同軸的反作用面と、スタッドと、スタッドに螺合可能なナット又はスタッドに結合されたスタッド・ヘッドとを有する種類の産業ねじ締結具を、反作用アームなしのトルク動力工具によって、かじりを最小限に抑えて締め付け、緩め、又は締め付け且つ緩める方法であって、反作用アームなしのトルク動力工具が、回転力を発生させるためのモータと、回転力を伝達させるための駆動部と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モードに対応する回転力増倍トランスミッタを含む、ハウジング内の回転力増倍機構と、低抵抗から高抵抗までの全てのトルク・モード中で動作可能な間欠力モードのための振動トランスミッタを含む少なくとも1つの振動力機構とを含む、方法が開示される。締め付ける方法が、ナット、スタッド・ヘッド、ナット及び同軸的反作用面、又はスタッド・ヘッド及び同軸的反作用面を1つの方向にランダウンさせ、そして同軸的反作用面の反対方向の反作用をオフにしながら、ナット又はスタッド・ヘッドを前記1つの方向に締め付けるようにトルク適用することを含む。緩める方法が、同軸的反作用面の前記1つの方向の反作用をオフにしながら、ナット又は前記スタッド・ヘッドを前記反対方向で緩めるようにトルク適用し、ナット、スタッド・ヘッド、ナット及び同軸的反作用面、又はスタッド・ヘッド及び同軸的反作用面を反対方向にランアップさせることを含む。

【0202】

下記考察は、産業ねじ締結具を、かじりを最小限に抑えて締め付けそして緩めるための、反作用アームなしの本発明によるトルク動力工具の形態に関する。なお、類似の用語、例えば増強装置、増倍装置、及び増倍、並びに衝撃 (impact)、及び衝撃 (impaction) は相互に置き換え可能である。

【0203】

より具体的には、衝撃モードの1つの実施態様では、工具ハウジング及びギア段は静止したままであるのに対して、衝撃はラトリング (rattle) する。衝撃機構がモータから隔たっている場合、モータからのシャフトは増倍装置の中心を通して衝撃機構へ延び、そしてそこから出力駆動部へ延びる。衝撃機構がモータのすぐ後ろに、そして増倍装置の前にある場合、モータは衝撃機構を駆動し、シャフトは衝撃機構から増倍装置の中心を通して出力駆動部へ延びる。

【0204】

衝撃モードの別の実施態様の場合、工具ハウジングとギア段とは一致して回転する一方、ギア段をロックアップすることによって衝撃はラトリングする。このことは、太陽歯車とリングギアとを結合し、太陽歯車とギアケースと結合し、又はギアケースと遊星段のリングギアと結合することによって達成することができる。いずれの場合にも、ギアケースとハウジングとは、モータから衝撃機構への、又は衝撃機構から工具の出力駆動部への1つの回転延長部のように作用する。

【0205】

衝撃モードの別の実施態様の場合、工具ハウジングは静止したままであり、ギアケースは一致して回転する一方、ギアケースを互いにロックアップすることによって衝撃はラトリングする。衝撃機構がモータから隔たっている場合、ギアケースは、モータから衝撃機構への、ハウジング内側の延長部のように作用する。衝撃機構がモータのすぐ後ろに、そして増倍装置の前にある場合、ギアケースは衝撃機構から工具の出力駆動部へのハウジング内側の延長部のように作用する。

【0206】

一般的に、L S H Tモード中には、少なくとも2つの増倍トランスミッタが互いに相対回転する。増倍ボードでは、工具ハウジングは常に太陽歯車及び増倍装置の出力シャフトとは反対方向に回転する。この理由から工具ハウジングは反作用しなければならない。ト

ルクが増倍装置によって増強されると、回転速度は遅いので、衝撃機構は無効になる。衝撃機構が増倍装置の後ろで、工具の出力駆動部の近くに配置されている場合、衝撃機構は最後の太陽歯車と共に回転するならば衝撃を与えない。衝撃機構が増倍装置の前で、モータの近くに配置されている場合、衝撃機構は高い速度で回転し、ロックされる必要がある。

【0207】

衝撃機構がモータから隔たっている一実施態様では、次のことが行われる。衝撃機構は静止したままであるのに対して、増倍装置は回転し、モータからの出力シャフトはトルク増倍のための増倍装置に延び、そして最後の太陽歯車は衝撃機構を介して出力駆動部に延びる。衝撃機構がモータのすぐ後ろで、増倍装置の前に位置するときには、モータからの出力シャフトは衝撃機構を介してトルク増倍のための増倍装置に延び、最後の太陽歯車は出力駆動部に延びる。

10

【0208】

別の実施態様では、衝撃機構は力適用増倍装置の最後の太陽歯車の速度で回転する。衝撃機構がモータから隔たっている場合には、モータからの出力シャフトはトルク増倍のための増倍装置に延び、最後の太陽歯車は衝撃機構を回転させ、衝撃機構は工具の出力シャフトを回転させる。衝撃機構がモータのすぐ後ろで、増倍装置の前に位置するときには、増倍装置を回転させるために衝撃機構を回転させることは、結果として衝撃をもたらす。これは回避しなければならない。他方において、衝撃ハウジングでハンマをロックすること、又はアンビルでハンマをロックすることにより、衝撃機構をロックすることができる。衝撃機構は、モータ出力駆動部と増倍装置の最初の太陽歯車との間の延長部として作用する。

20

【0209】

増倍装置の最後の太陽歯車の速度は、衝撃機構を動作させるのに十分に高くてよい。工具の出力シャフトの衝撃は、衝撃ハウジングでハンマを、アンビルでハンマを、工具ハウジングで衝撃ハウジングを、又は工具ハウジングでハンマをロックすることにより回避することができる。

【0210】

L S H Tモードの特定の実施態様では、増倍機構はモータの近くで衝撃機構の前にある。モータは増倍機構を迂回し、そして出力駆動部に向けたピンによって、増倍機構の少なくとも1つの部分を介してその出力を拡張する。L S H Tモードの別の特定の実施態様では、衝撃機構はモータの近くで増倍機構の前にある。衝撃機構は出力駆動部に向けたピンによって、増倍機構の少なくとも1つの部分を介してその出力を拡張する。

30

【0211】

産業用締結具を、かじりを最小限に抑えて締め付けそして緩めるための本発明による動力工具は本明細書中では、2つ又は3つのモード、つまり低速高トルク・モード、高速低トルク・モード、及び間欠力モードを有するものとして記載されている。言うまでもなく、本明細書中に記載された少なくとも2つのモードは一例にすぎない。さらなるモードを1つ又は他のモード、及び／又は入力手段、及び／又は出力手段に加えることができる。言うまでもなく、本発明は2つの速度だけに限定されるのではなく多様な速度を有することができる。例えば、周知のトルク増強工具は通常、空気又は電動モータによって出力される。このようなモータの力出力及び回転速度はしばしば、モータの部分となり得る遊星歯車などによって増減される。しばしば周知のトルク増強工具は、工具モータ回転速度を増加させるための増強手段のうちの1つ又はいくつかを一時的に排除する。他の周知のトルク増強工具は、シャフト回転速度の増減のために、独立した構成部分として、又はモータに隣接して、ギア増速及び／又は減速機構を使用する。本発明は、このようなギア増速及び／又は減速機構を独立した構成部分として、増倍トランスミッタ及び増倍機構210の部分として、又は振動トランスミッタ及び振動機構310の部分として含むこともできる。実際に、増倍アセンブリ200は、複数の増倍アセンブリハウジング内に含まれる複数の増倍トランスミッタを有するように構成することができる。

40

【0212】

50

(Z・Squirterワッシャ)

図23Aは平面図であり、図23Bは、hybrid・Z（登録商標）直接張力指示、又はZ・Squirterワッシャ2301の底面図である。Z・Squirterワッシャ2301は、本願の先の図に図示されたワッシャ1、及び「Applied Bolting Technology Products, Inc.」に発行された以下の米国特許、すなわち、その全てが、参照により本明細書に組み込まれる、米国特許第5,769,581号明細書、米国特許第5,931,618号明細書、米国特許第6,425,718号明細書、米国特許第8,002,641号明細書などに開示された直接張力指示ワッシャと同様の特性を有する。

【0213】

Z・Squirterワッシャ2301は、高さH23Cを有する隆起2312を第1の面2314上に構成され、対応するくぼみ2316が第2の面2318上に構成される。図23Cは図23Aの第1の面2314に沿ったZ・Squirterワッシャ2301の断面図であり、図23Dは、図23Cの一部の拡大図である。Z・Squirterワッシャ2301は、それぞれのくぼみ2316から第2の表面2318の外側端まで延びるチャンネル2362も含む。くぼみ2316は図23Dに詳細に示されるように、表示材料2364で充填される。Z・Squirterワッシャ2301は、米国特許第5,769,581号明細書、米国特許第5,931,618号明細書、米国特許第5,931,618号明細書、米国特許第6,425,718号明細書および米国特許第8,002,641号明細書に開示された直接張力指示ワッシャと同様の処理で製造される。例えば、工具とダイは、Zワッシャ1に隆起2312、くぼみ2316およびチャンネル2362をスタンプするために使用される。Z・Squirterワッシャ2301を構成するために、金属機械加工または金属鋳造などの他の処理を使用することができる。場合によっては、金属製品が成形後に焼入れ焼戻しによって熱処理され、バネ状の負荷／変形特性を生成することになる。例示的な実施形態では、Z・Squirterワッシャ2301がカーボンスチールから作製されるが、ステンレススチール、非鉄金属、および他の合金製品も使用され得る。表示材料2364は、着色シリコンなどの押出成形可能なエラストマー固体材料である。

【0214】

図24A～24Fは、R_{1v}と同様の半径を有するボルト2350がZ・Squirterワッシャ2301上に締め付けられたときの、Z・Squirterワッシャ2301の様子を示す。図24Aは、ナット2352（図示せず）にねじ込まれたボルト頭部2350に隣接したZ・Squirterワッシャ2301の位置を示す。図24Aに示される条件は、ボルト2350が静止しているステージ1として識別される。ボルト2350が締め付けられると、ボルト頭部の下面は隆起2312に接触し、図24Bに示されるように、第1の表面2314に向かって隆起2312を圧縮し始める。この状態ではステージ2として識別され、第1の表面2314上の隆起2312'は高さH_{4B}を有し、わずかに圧縮される。図24Cは、隆起2312'によって及ぼされる力が表示材料2364'をチャンネル2362内に押し込むことを示す、くぼみ2316の1つの拡大図である。ボルト2350がさらに締め付けられると、隆起2312"の高さHが所定の高さH_{4D}以下になると、隆起2312は圧縮され、締め付けは中断される。この時点で、ボルト設置者はボルト張力が必要最小限以上であることを知っている。この状態がステージ3として識別され、図24Dに示され、図24Eは隆起2312"と比較した隆起2312を示す。図24Fは、隆起2312"力によって発揮される力が、チャンネル2362を通る材料2364"を強制的に押すことを示すくぼみ2316のうちの1つの拡大図である。ボルト設置者は、表示材料2364"がチャンネル2362を通して強制的に押されると、ボルトの張力が必要最小限と等しいか、またはそれを上回ること、また、表示材料2364"はボルト締結アプリケーションの表面上に見えることも知っている。

【0215】

一般に、Z・Squirterワッシャ2301は、トルクを付与する反作用点として

だけでなく、荷重表示器具として機能する。これは、以下の特徴及び／又は利点を含む。硬化鋼合金または他の耐性材料からなること、ねじナットまたはボルト頭部がその上で回転することができる堅固な表面を提供すること、ねじナットまたはボルト頭部の回転および負荷によってボルト継手面を埋め込みまたは損傷から保護すること、結果として生じるボルトの締め付け力を、ナットまたはボルト頭部単独の締め付け力よりも広い面積にわたって分配すること、ソケットまたは固定具が反作用することができる点を提供するために、トルク工具に接続された嵌合ソケットまたは同様の固定具に係合することができる外側係合特徴部を有すること、したがって、継手の隣に嵌合し、圧縮されると、ナットまたはボルトに誘発されるトルクに抵抗するのに十分な摩擦抵抗を提供する粗くされたまたは機械加工された下面を有すること、ナットまたはボルト頭部がその上で回転することができる滑らかなまたは低摩擦の上面を有すること、ナットまたはボルト頭部の下で所定の量の圧縮応力の下で平坦になるように意図された表面隆起または突起を有すること、流動的または軟質ゴムを伴うまたは伴うことなしに、隆起物は、ワッシャの圧縮を視覚的に示すことができ、したがって、所望の所定のボルト荷重の達成を視覚的に示す目的で、ワッシャの外周に向かって表示されること、外側反作用アームを使用して、油圧ボルト締め付け工具に通常発生するピンチポイントを排除し、それによって、工具オペレータに対してより大きな安全性を提供すること、トルク工具のための適切な外側反作用点を見つけることの困難性を排除し、安全性および速度を向上させること、直線的な軸方向張力を加えることを可能にすることによって、外側反作用アームによるトルクを加える間のボルトまたは他の締結具の側面荷重および曲げによる有害な影響を排除すること、他の固定具および付属品と協働して、付随するバックナットのねじれを低減するように働くこと、大きなトルク値を使用せずにボルトまたはスタッドの直接伸長によってボルト荷重を生成するいわゆる「張力」工具と同様に働きこと、「噴出 (Squirts)」または他のものは、ワッシャ隆起が平坦化されているか、または十分に圧縮されており、表示材料が見えるため、ボルト荷重が所望のレベルに達したことを示すこと。

【0216】

(Z・DTIワッシャ)

図24Gは平面図であり、図24Hは、ハイブリッドZー直接張力指示、すなわちZ・DTIワッシャ2401の底面図である。ZーDTIワッシャ2401の特性は、前の図で示したワッシャ1および2301と類似し、J&M TURNER Inc、Jonathan M Turner、TurnAnut LLC and TurnASure LLCに発行された以下の米国特許、及び彼らによって出願された米国特許出願で開示された直接張力指示ワッシャに類似する特性を有している。米国特許第5,015,132号明細書、米国特許第5,370,483号明細書、米国特許第5,667,346号明細書、米国特許第7,635,243号明細書、米国特許第9,863,457号明細書、米国特許出願第2018/0291945号明細書などに開示されており、これらの文献の全ては参照によって本願に組み込まれる。

【0217】

Z・DTIワッシャは2401のように、上面に構成された高さを有する隆起を含み、対応するくぼみが下面に構成される。図24IはZ・DTIワッシャ2401の断面図であり、図24Jは、図24Iの一部の拡大図である。Z・DTIワッシャ2401はまた、表示材料を含んでもよい。Z・2301に関連する議論の多くは、2401のようなZ・DTIに適用されることに留意されたい。これらのワッシャの多くの既知の変形例と同様に、2401のようなZ・DTIワッシャは、くぼみと位置合わせされ、くぼみ上に中心が置かれている隆起の共通機能を共有している。

【0218】

2401と同様であるが図面には示されていないZ・DTIワッシャの1つの代替実施形態は、上面上の1つまたは複数の隆起からずれた下面上の1つまたは複数のくぼみを含み、1つまたは複数のくぼみは、1つまたは複数の隆起よりも輪状本体の中央孔から遠くに配置される。隆起とくぼみをずらすことにより、ワッシャは強化され、拡大された又は

オーバーサイズの穴を有するジョイント部アセンブリでの使用により適している。2401に類似したZ・D T Iワッシャに適用可能なそのいくつかの変形例が米国特許第9, 863, 457号明細書に開示されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。
【0219】

2401に類似するが、図面には示されていないZ・D T Iワッシャの1つの代替実施形態は以下を含む。Z・D T Iワッシャは、環状本体と、1つ以上のU字形馬蹄隆起とを有する。環状本体は、中央孔と、円周と、外側端と、第1の面と、第1の面とは反対側の第2の面とを含む。馬蹄隆起はそれぞれ、高さと、中央孔に最も近い頂点と、外側端に向けられた開口部とを有する。馬蹄隆起は環状本体と一体であり、環状本体から打ち出され、部分的に剪断されて、環状本体の第1の面から突出し、環状本体の第2の面に1つまたは複数の対応するくぼみを残す。馬蹄隆起は、それらの対応するくぼみから半径方向にずれていてもよい。表示材料は最初に、馬蹄隆起の各々によって画定される第1の面上の領域内に封入され、収容される。2401に類似する、Z・D T Iワッシャに適用可能なそのいくつかの変形が米国特許出願第2018/0291945号明細書に開示されており、その全体が、本明細書中に参考として援用されることに留意されたい。

【0220】

一般に、2401のようなZ・D T Iワッシャは、トルクを加えるための反作用点として、並びに1つの荷重表示器具として役立つ。これは、以下の特徴及び／又は利点を含む。硬化鋼合金または他の耐性材料からなること、ねじナットまたはボルト頭部がその上で回転することができる堅固な表面を提供すること、ねじナットまたはボルト頭部の回転および負荷によってボルト継手面を埋め込みまたは損傷から保護すること、結果として生じるボルトの締め付け力を、ナットまたはボルト頭部単独の締め付け力よりも広い面積にわたって分配すること、ソケットまたは固定具が反作用することができる点を提供するために、トルク工具に接続された嵌合ソケットまたは同様の固定具に係合することができる外側係合特徴部を有すること、したがって、継手の隣に嵌合し、圧縮されると、ナットまたはボルトに誘発されるトルクに抵抗するのに十分な摩擦抵抗を提供する粗くされたまたは機械加工された下面を有すること、ナットまたはボルト頭部がその上で回転することができる滑らかなまたは低摩擦の上面を有すること、ナットまたはボルト頭部の下で所定の量の圧縮応力の下で平坦になるように意図された表面隆起または突起を有すること、流動的または軟質ゴムを伴うまたは伴うことなしに、隆起物は、ワッシャの圧縮を視覚的に示すことができ、したがって、所望の所定のボルト荷重の達成を視覚的に示す目的で、ワッシャの外周に向かって表示されること、外側反作用アームを使用して、油圧ボルト締め付け工具に通常発生するピンチポイントを排除し、それによって、工具オペレータに対してより大きな安全性を提供すること、トルク工具のための適切な外側反作用点を見つけることの困難性を排除し、安全性および速度を向上させること、直線的な軸方向張力を加えることを可能にすることによって、外側反作用アームによるトルクを加える間のボルトまたは他の締結具の側面荷重および曲げによる有害な影響を排除すること、他の固定具および付属品と協働して、付随するバックナットのねじれを低減するように働くこと、大きなトルク値を使用せずにボルトまたはスタッドの直接伸長によってボルト荷重を生成するいわゆる「張力」工具と同様に働きこと、「噴出(Squirts)」または他のものは、ワッシャ隆起が平坦化されているか、または十分に圧縮されており、表示材料が見えるため、ボルト荷重が所望のレベルに達したことを示すこと。

【0221】

(HYTORC(登録商標)・Zワッシャ及びナットアセンブリ)

トルクをかける過程で、同じ反力と反対の反力が発生し、適切な反作用点、すなわち静止対象物に伝達されなければならない。再び図2～5を参照すると、Zワッシャ1は、継手30の上面35とねじナット36の支承面8との間に配置されている。図25A～25Eにおいて、Zワッシャ2501は、ねじナット2536の下面軸受面2538に隣接して一体に構成される。HYTORC(登録商標)・Zワッシャは、本願および共有及び／又は同時係属中の国際出願に完全に開示されており、その全体は、参照として本明細書に

組み込まれる。すなわち、2014年12月17日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/70996号明細書、及び／又は2014年12月17日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/71000号明細書。HYTORC（登録商標）・Zワッシャおよびナットアセンブリ2502は、ねじナット2536と、ねじ締結具の締め付けまたは緩めに起因して発生する逆トルクを受け取るための反作用ワッシャ2501とを含む。

【0222】

反作用ワッシャ2501は、二重駆動同軸作用および反作用アセンブリ（図示せず）を介してトルク装置との回転カップリングを可能にする幾何学的形状2519を有する外側端2514と、中央孔2515から外側の領域に偏った摩擦係数増加処理2517を有する下面2513とを含む。反作用ワッシャ2501は、ねじナット2536に取り外し可能に取り付けられる。反作用ワッシャ2501とねじナット2536との間の結合は所定の予備トルクで、またはその前のトルクで破断し、反作用ワッシャ2501は適切な反作用点になる。この例では、圧縮力、摩擦力がこのような結合に打ち勝って、結合が破壊されると、反作用ワッシャ2501およびアセンブリ2502は分離する。例えば、接着剤、粘着剤、エポキシ、磁石、溶剤、はんだ、溶接などの任意の適切な結合及び／又は接続方法及び／又は接続剤を使用することができる。そのような結合及び／又は接続方法及び／又は薬剤は任意のボルト締め用途に適合するように、特定の、有利な、および反復可能な特性を用いて選択、調製、及び／又は開発されてもよい。このような組合せは、HYTORC（登録商標）・NUTと同様の利点を有するナット・ワッシャセンブリを作り出すことに留意されたい。

【0223】

図26A～26Dについて、Zワッシャ2601は、ねじナット2236の下面支承面2638に隣接して構成され、自由に回転可能である。HYTORC（登録商標）・Zワッシャは本願及び共有及び／又は同時係属中の国際出願に完全に開示されており、その全体は参照により本明細書に組み込まれる。すなわち、2014年12月17日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/70996号明細書、及び／又は2014年12月17日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/71000号明細書。HYTORC（登録商標）・Zワッシャおよびナットアセンブリ2602は、ねじナット2636と、ねじ締結具の締め付けまたは緩めに起因して発生する逆トルクを受け取るための反作用ワッシャ2601とを含む。

【0224】

反作用ワッシャ2601は、二重駆動同軸作用および反作用アセンブリ（図示せず）を介してトルク装置との回転カップリングを可能にする幾何学的形状2619を有する外側端2614と、中央孔2615から外側の領域に偏った摩擦係数増加処理2617を有する下面2613とを含む。下部内側端2662が下面2613に向かって外側に傾斜したテーパ面を有するように、中央孔2615に隣接する下部反作用ワッシャ2601の一部が除去される。

【0225】

ねじナット2636は、幾何学的構成2626を伴う外面2622を有する。幾何学的構成2626も、トルク装置の作用部分と非回転可能に係合するカップリング手段2629として構成される。外面2622に隣接する下側ねじナット2636の一部は、下側外側端2663が外方および下方に傾斜するテーパ面を有するように除去される。換言すれば、下面2638は、反作用ワッシャ2601の下側内側端2662と係合するリップを構成するように操作される（変形されるか、又は外側に圧搾される）。言い換えれば、ナット又はスタッド頭部と反作用ワッシャとは、ナット又はスタッド頭部の下面から外向きに且つ下向きに延びる突出部によって連結され、反作用ワッシャの下面から内向きに且つ上向きに延びるくぼみと係合する。アセンブリ2602の係合は、互いに保持され、ねじナット2636および反作用ワッシャ2601の自由な回転を可能にする。

【0226】

反作用ワッシャ2601とねじナット2636との間の自由回転は所定の予備トルクで、または予備トルクの前に停止し、反作用ワッシャ2601は、適切な反作用点になる。この例では、反作用ワッシャ2601とねじを切ったナット2636との間の自由回転がいったん圧縮および摩擦力がそのような接続を克服すると停止する。

【0227】

任意の適切な接続方法及び／又は構造を使用することができる。例えば、リングを使用することができる。一実施形態では、プラスチック製リングが所定の所定のトルクで、またはその前に剪断される。別の実施形態では、ゴム製のリングが予め判定された予め判定されたトルクで、またはそれに先立って、克服される干渉嵌合を生成する。別の実施形態では、図27A～27D、接続構造は、変形可能なプレスフィットタブとして構成され、予め判定された予め判定されたトルクで、又は予め判定されたトルクの前に克服される締め込みを生成する。そのような方法及び／又は構造は任意のボルト締め用途を満たすために、特定の、有利な、および反復可能な特性を用いて選択、調製、及び／又は開発されてもよい。HYTORC（登録商標）・Zワッシャおよびナットアセンブリ2702は、ねじナット2736と、ねじ締結具の締め付けまたは緩めに起因して発生する逆トルクを受けるための反作用ワッシャ2701とを含む。このような組み合わせは、HYTORC（登録商標）・NUTと同様の利点を有するナットワッシャセンブリを作り出すことに留意されたい。

【0228】

反作用ワッシャ2501、2601、2701及び／又はそれらの任意の変形態様は、装置2502、2602、2702及び／又はそれらの任意の妥当な変形態様と共に使用される場合、ねじ締結具の締め付け及び／又は緩めの間の好適な反作用点として使用されてもよい。摩擦係数増加処理2517、2617、2717及び／又はそれらの任意の合理的な変形態様は、粗面化、多角形表面、スプライン、ローレット、スパイク、溝、スロット、突出点またはコーナー、他のそのような突出部、またはそれらの任意の組合せの何れかを含むことができる。それらは、ローレット加工、サンディング、ブラスト加工、フライス加工、機械加工、鍛造、鋳造、形状、形状、粗加工、スタンピング、彫刻、パンチング、曲げ加工、中央孔付近のワッシャ材料の解放、またはそれらの任意の組み合わせの何れかによって構成することができる。そのような摩擦係数増加処理は、下面2513、2613、2713及び／又はその任意の妥当な変形態様にわたって均等に分配されてもよく、及び／又は中央孔2515、2615、2715及び／又はその任意の妥当な変形態様の半径から離れて配置されてもよい。それらは、単独で、ランダムに、アレイで、またはそれらの任意の組み合わせの何れかで構成され得る。これらの反作用ワッシャは、ねじナット2536、2636、2736及び／又はそれらの任意の合理的な変形態様の有効摩擦半径よりも大きい有効摩擦半径を有する。

【0229】

一般に、反作用ワッシャ2501、2601、2701、及び／又はそれらの任意の妥当な変形態様、ならびにねじナット2536、2636、2736、及び／又はそれらの任意の妥当な変形態様は、アセンブリ2502、2602、2702及び／又はそれらの任意の妥当な変形態様の意図しない分解を防止するために、任意の予測可能な変形方法と一緒に保持されてもよい。

【0230】

有利なことに、反作用ワッシャ・ねじナットアセンブリ2502、2602、2702及び／又はそれらの任意の妥当な変形態様は、特定の反作用ワッシャと共に使用されるナット形状の制御、特定のスタッド及び／又はねじサイズと共に使用される反作用ワッシャの制御、および損失構成要素の防止を介して、ボルト締め速度、効率、信頼性、再現性、および安全性を向上させる。

【0231】

(テーパ付き締結具アセンブリ)

例として、図 28A～28C を参照する。本発明の実施形態による、装置 2801 一段付き円錐形締結具アセンブリを示す。装置 2801 は内側スリーブ 2810 と、外側スリーブ 2820 とを有し、一例として、ねじスタッド 2830 と共に使用される。内側スリーブ 2810 は、スタッド 2830 と回転可能かつ螺合可能であり、外側スリーブ 2820 と回転可能かつテーパ状に係合可能であり、トルク入力装置の作用部分と非回転可能に係合可能である。外側スリーブ 2820 は、トルク入力デバイスの反作用部分で回転可能ではなく包み込まれており、内側スリーブ 2810 で回転可能かつテーパ状に包み込まれている。内側スリーブ 2810 は、トルク入力装置の作用部によって回転すると、接合部（図示せず）を閉じるためにスタッド 2830 に荷重を加える。

【0232】

内側スリーブ 2810 は環状本体であり、図 28A および 28B に示すように環状本体であり、スリーブとして構成される。それは、スタッド 2830 の外側螺旋ねじ手段 2834 を有する外側表面 2831 と係合可能な内側螺旋ねじ手段 2815 を有する内面 2811 を有する。それは、外面 2812 を有し、外側スリーブ 2820 の円柱状の構成 2825 と共に内面 2821 と回転可能に係合可能な円柱状の構成 2816 を有する。それはさらに、内面 2821 と回転可能に係合可能な下面 2814 を有する。

【0233】

円柱状の構成 2816 は、底部から上に向かって先細または円錐状の外観を有する階段状円錐の逆錐台として成形される。外面 2812 上の各段部は、頂部から底部に向かって徐々に小さくなっている。外側中空円筒形特徴部は、浅い深さで、内側スリーブ 2810 の外側から除去される。連続する外側中空円筒形特徴は、一定の長さおよび幅間隔で除去される。各連続する特徴は、先行する特徴が停止するところから始まる。除去された外側円筒形特徴の幾何学的パターンは、空間が別の内側円筒形特徴の添加を制限するまで継続する。

【0234】

内側スリーブ 2810 はさらに、軸方向に延在し、互いに円周方向に離間する複数の孔によって構成され得るカップリング手段 2817 を備えた上面 2813 を有する。カップリング手段 2817 は、トルク入力装置の作用部分と非回転可能に係合する。

【0235】

外側スリーブ 2820 は環状本体であり、図 28B に示されるように、スリーブとして構成される。円柱状の構成 2825 を有する内面 2821 を有し、該内面は、内側スリーブ 2810 の円柱状の構成 2816 を有する外面 2812 と回転可能に係合する。外側スリーブ 2820 は、カップリング手段 2827 を有する外面 2822 を有する。カップリング手段 2827 は軸方向に延在し、互いに円周方向に離間する複数の外側スパインによって構成される。カップリング手段 2827 は、トルク入力装置の反作用部分の内側スパインと非回転可能に係合する。

【0236】

円柱状の構成 2825 は、上面から下に向かって先細または円錐状の外観を有する、階段状円錐の錐台として成形される。内面 2821 上の各段部は、上面から下部へと徐々に小さくなる。内側円柱状の特徴部は、浅い深さで、外側スリーブ 2820 の内側から除去される。連続した内側円柱状の特徴は、一定の長さ及び幅の間隔で除去される。各連続する特徴は、先行する特徴が停止するところから始まる。除去された内側円筒形特徴の幾何学的パターンは、空間が別の内側円筒形特徴の添加を制限するまで継続する。

【0237】

スタッド 2830 は、内側スリーブ 2810 の内側螺旋ねじ手段 2815 と嵌合するための外側螺旋ねじ手段 2834 を有する円筒形状を有する。スタッド 2830 の先端 2832 は多角形構成 2835 によって構成され得るカップリング手段 2833 を有し、この場合、六角形状である。多角形構成 2835 は、トルク入力装置との回転カップリングを可能にする。

【0238】

10

20

30

40

50

装置 2801 の階段状円錐形締結具形状は、スタッドスレッド 2834 と内側スリーブスレッド 2815 との間の螺旋傾斜平面を通る機械的摺動作用によって、スタッド 2830 に引張荷重を生成する。トルク入力装置は、トルクの下で回転を内側スリーブカップリング手段 2817 に加え、一方、外側スリーブ外側スプライン 2827 上のトルクを反作用させて、摺動螺旋ねじ作用を生成する。外側表面 2812 および内面 2821 が実質的に平滑であるとき、外側スリーブ 2820 は、内側スリーブ 2810 が回転する間、静的なままである。トルク入力装置の反作用要素は、カップリング手段 2833 によって、スタッド 2830 の先端 2832 と回転カップリングされる。これは、スタッド 2830 の回転を阻止し、内側スリーブねじ 2815 とスタッドねじ 2834 との間の相対的な摺動動作を可能にする。スタッド並進はトルク入力装置が内側スリーブ 2810 にトルクを継続的に加える一方、外側スリーブ外側スプライン 2827 上で反作用し、カップリング手段 2833 によってスタッド 2830 と回転カップリングされるように、そのような並進に対する抵抗に比例して生じる。

10

【0239】

内側スリーブカップリング手段 2817 は任意の適切な幾何学的形状によって構成されてもよく、またはギア歯、六角形、二重六角形、キャストレーション、または回転カップリングを可能にする任意の他の一般的な幾何学的形状などの、トルク入力デバイスと回転カップリングするための他の手段または特徴とともに使用されてもよい。1つの可能な代替物は、図 29A に 2947 として示される六角形状である。

20

【0240】

外側スリーブカップリング手段 2826 は任意の適切な幾何学的形状によって構成されてもよく、またはギア歯、六角形、二重六角形、キャストレーション、または回転カップリングを可能にする任意の他の一般的な幾何学的形状などの、トルク入力デバイスと回転カップリングするための他の手段または特徴とともに使用されてもよい。1つの可能な代替物は、図 29B に 2956 として示される六角形状である。

【0241】

除去された外側（内側スリーブ 2810）および内側（外側スリーブ 2820）円柱状の特徴部の量、寸法、幾何学的形状および間隔は、例えば、応力バイアスなど、装置 2801 の特性を、適用に応じて最適化するために変化してもよいことに留意されたい。

【0242】

図 28B は、一定の長さおよび幅の間隔で除去された 4 つの外側円柱状の特徴部を有する内側スリーブ 2810 を示す。図 28B は、一定の長さおよび幅の間隔で除去された 4 つの内側円柱状の特徴部を有する、外側スリーブ 2820 を示す。図 29C に示されるように、1つの除去された外側および内側円筒形特徴から次の特徴部までの量、寸法、幾何学的形状および間隔を変化させると、円筒形構成 2966 を伴う外側表面 2962 および円筒形構成 2965 を伴う内面 2961 の公称角度、段部高さおよび段部幅が変化する。あるいは、段部長さはほぼ平滑なテーパを作るために無限に小さく寸法決めされてもよい。内側スリーブ 2810 の外側部分および外側スリーブ 2820 の内側部分はそれぞれ、滑らかな円錐面を構成するために、一段階で除去されてもよい。

30

【0243】

図 29D は、円筒状構成 2976 を有する外面 2972 と、様々な垂直間隔、または段部高さの嵌合面を有する円筒状構成 2975 を有する内面 2971 とを示す。これは、他の段部が負荷されるときにのみ、選択的段部上での移動を可能にする。塑性変形は従って、垂直方向の移動を可能にし、各段付き面にわたる応力分布を戦略的にバイアスする。言い換えれば、内側スリーブ 2810 と外側スリーブ 2820 との嵌合面間の隙間または間隔が増加することにより、装填中の半径方向の拡張が可能になる。

40

【0244】

図 29E は、円筒状構成 2986 を有する外面 2982 と、様々な段部面角度の合わせ面を有する円筒状構成 2985 を有する内面 2981 とを示す。これにより、段部全体にわたって、より均一かつ制御されたバイアス応力分布が促進される。言い換えれば、内側

50

スリーブ 2810 および外側スリーブ 2820 の何れかまたは両方は選択的な水平方向の段差面に応力をバイアスするために、様々なピッチ角を有する段差垂直面を有する可能性がある。

【0245】

図 29F は、スタッド 2830 に付加される同様の嵌合外側特徴部と結合する内側特徴部を底部に有する外側スリーブ 2820 を示す。これらは、スプライン、ローレット、六角形、スロット、二重六角形、又は他の幾何学的形状を含むことができる。それらはスタッド 2830 の軸方向平行移動を可能にするが、外側スリーブ 2820 およびスタッド 2830 の回転移動を結合する。多角形構成 2835 から構成されるカップリング手段 2833 およびトルク入力装置の反作用部材とこの六角形を結合する必要性の両方とも、もはや必要ではない。内側スプライン 2998 および嵌合外側スプライン 2999 は、それぞれ、外側スリーブ 2820 とスタッド 2830 との間のスプラインインターフェースを構成する。

【0246】

標準的なボルト締め産業用語では、装置 2801 がナット（内側スリーブ 2810）およびワッシャ（外側スリーブ 2820）を含む。標準のボルト締め平面ナットとワッシャインターフェースが変更される。トルク反作用点は、従来の 3 ピース締結具と比較して、上方に移動する。本発明の装置は従来の 3 ピース締結具の概念を利用しており、これにより、従来のナットおよびワッシャ装置を利用した、かじりを防止するための外側スリーブの表面調節が可能となり、内側スリーブが破断のリスクを最小限に抑えて表面調節されるように半径方向の歪みを保持する。

【0247】

一般に、ねじ締結具およびトルク装置のスタッドまたはボルトと共に使用するための 2 ピーステーパナットアセンブリは締結具とねじ係合可能な内面と、テーパを構成する複数の段部によって画定される外面とを有する剛性内側部材と、内側部材のテーパ外面と回転不能に係合可能な逆テーパ内面を有する外側部材とを含み、2 ピースナットアセンブリは、トルク装置の作用部によって回転されると、ねじ締結具に荷重を加える。内側部材は表面的に、部分的に、または完全に冶金学的に硬化される。

【0248】

有利なことに、内側部材と外側部材との間の耐負荷表面領域は全寸法を実質的に増加させる必要なく、戦略的に偏倚された鉛直応力分布及び半径方向応力分布を可能にし、従来の二次元平面ではなく三次元耐負荷表面領域を可能にし、耐負荷表面領域にわたってより効率的かつ均等に分布された耐負荷分布を可能にし、より高いねじり強度を可能にし、産業用ボルト締め用途に典型的なきつい及び／又は限定された空間に嵌合するのに十分に小さく、より低い質量、寸法及び容積を有する器具を可能にし、ねじの摩損を排除し、かつ以前はねじ締結具を伴う硬化処理の使用を制限していた破局的な破壊及び負荷喪失を防止する。

【0249】

（テーパねじりカップリング）

例として、図 30A～30D を参照する。本発明の実施形態による、ねじ締結具 3010 とトルク入力装置 3002 とをねじり結合する装置 3001 を示す。装置 3001 は、テーパ外面 3004 および多角形構成 3005 を有する第 1 の結合部材 3003 と、逆テーパ内面 3014 および第 1 の結合部材 3003 のテーパ外面 3004 と非回転可能に係合可能な多角形構成 3015 を有する第 2 の結合部材 3013 とを有する。

【0250】

換言すれば、装置 3001 は、シャंक 3030 を有する種類のトルク入力装置 3002 およびねじ締結具 3010 を、先端にテーパ軸方向孔 3012 とねじり結合する。装置 3001 は、テーパ軸方向孔 3012 と非回転可能に係合可能な逆テーパ外面 3004 を有する結合部材 3003 を含む。

【0251】

図 28 A～10 の除去された外側（内側スリーブ 2810）および内側（外側スリーブ 2820）の円柱状の特徴部の量、寸法、幾何学的形状および間隔に関連する議論は、一般に、図 30 A～30 D の除去された外側（第 1 の結合部材 3003）および内側（第 2 の結合部材 3013）の多角形特徴部の量、寸法、幾何学的形状および間隔に適用される。内側スリーブ 2810 と外側スリーブ 2820 との間のインタフェースは円筒状であり、したがって、平滑であり、したがって、相対的回転を可能にすることに留意されたい。しかしながら、第 1 および第 2 の連結部材の間の境界面は多角形であり、角度が付けられているので、相対的な回転は不可能であることに留意されたい。

【0252】

ねじ締結具とトルク出力デバイスのねじり結合のための円錐形状は、より良い荷重応力分布をもたらす。図の実施形態。図 30 A～30 D では、スタッド上部のねじりカップリング機能を内側に構成できるようにするロー・プロファイルカップリングジオメトリが導入されている。これは、応力をより均等に分配し、従って、カップリング特徴部のより効率的なパッケージングを可能にする。

【0253】

一般に、スタッドの上面の段付き 12 点穴は、3 ピースの機械的スタッド張力装置及び／又はスタッドと共に使用するための装置とねじり結合するために使用される。内側の 12 点特徴部は、浅い深さでスタッドの上部に配置される。連続する 12 点特徴部は浅い深度でそれぞれ 12 点のサイズが小さくなり、前の 12 点が停止した各開始点で徐々に追加される。空間によって別の 12 点の添加が制限されるまで、12 点幾何学形状の減少パターンは減少する。有利には、段部の各々についての外側整合特徴部を有するトルク入力装置のシャフトがスタッドの質量および体積を減少させながら、均等に分布された応力分布および高いねじり強度を可能にするのであろう。

【0254】

図 31 B および 31 C に示すように、1 つの 12 点特徴部から次の特徴部への深さおよびサイズ変化を変化させることにより、これらの特徴部が構成する円錐形状の公称角度を増減する。12 点特徴部は、図 31 A の六角形のような 2 つの部分の間の回転を妨げるような任意の幾何学形状で置換することができる。さらに、段差の深さは、滑らかなテーパを作り出すために無限に小さくすることができる。このようなカップリングの製造を最適化するために、混合された段部サイズおよびジオメトリを使用することができる。

【0255】

（2 部品テーパ付きナットアセンブリ）

例として図 32 A～32 D を参照する。これらはねじ締結具（図示せず）のスタッドまたはボルトの何れかと共に使用するための 2 部品ナットアセンブリ 3202、およびトルク装置（図示せず）を示しており、該トルク装置は留め具と螺合可能な内面と、テーパを構成する複数の段部によって画定される外面とを有する剛性内側部材 3210 と、内側部材のテーパ外面と非回転可能に係合可能な逆テーパ内面を有する外側部材 3220 と、を含み、2 部品ナットアセンブリ 3202 はトルク装置の作用部分によって回転されると、ねじ締結具に荷重を加える。内側部材は表面的に、部分的に、または完全に冶金学的に硬化される。

【0256】

内側部材 3210 は幾何学的本体であり、幾何学的本体であり、図 32 B および 32 C に示すように、ねじインサートとして構成される。それは、ねじ締結具のスタッドまたはボルトの外側螺旋ねじ手段を有する外面と係合可能な内側螺旋ねじ手段 3217 を有する内面 3211 を有する。それは、外側部材 3220 の幾何学的構成 3225 を有する内面 3221 と回転不能に係合可能な幾何学的構成 3216 を有する外側表面 3212 を有する。内側部材 3210 はさらに、外側部材 3220 の下面 3230 に隣接し、それと共終端する下面 3218 を有する。

【0257】

この例示的な実施形態では、幾何学的構成 3216 が下面上方から先細または円錐状の

10

20

30

40

50

外観を有する角度を有する六角錐の改良された逆錐台として成形される。外面 3 2 1 2 上の各段部の半径は、上から下に向かって徐々に小さくなる。外側中空改良六方特徴部は、比較的浅い深さで、内側部材 3 2 1 0 の外側から除去される。連続した外側中空改良六方特徴部は、規則的な長さとの幅の間隔で除去される。各連続する特徴部は、先行する特徴部が停止するところから始まる。除去された外側改良六方特徴部の幾何学的パターンは、空間（高さ）が別のそのような特徴部の付加を制限するまで続く。

【0 2 5 8】

内側部材 3 2 1 0 は、上面 3 2 1 3 をさらに有する。上面 3 2 1 3 は、トルク装置の作用部分と回転不能に係合する、段付き円錐形締結具アセンブリ 2 8 0 1 のカップリング手段 2 8 1 7 と同様のカップリング手段を有してもよい。

【0 2 5 9】

外側部材 3 2 2 0 は幾何学的本体であり、図 3 2 A ～ 3 2 C に示すように、スリーブとして構成される。それは、内側部材 3 2 1 0 の外側表面 3 2 1 2 と回転不能に係合可能な幾何学的構成 3 2 2 5 を有する内面 3 2 2 1 を有する。外側部材 3 2 2 0 は、幾何学的構成 3 2 2 6 を有する外面 3 2 2 2 を有する。幾何学的構成 3 2 2 6 は、トルク装置の作用部分と非回転可能に係合するカップリング手段 3 2 2 9 として構成される。回転カップリング手段 3 2 2 9 はこの例示的な実施形態では改良された六角形の特徴部として構成されるが、任意の適切な幾何学的形状で構成されてもよい。そして、段付き円錐形締結具アセンブリ 2 8 0 1 のカップリング手段 2 8 2 7 と同様であってもよい。

【0 2 6 0】

この例示的な実施形態では、幾何学的構成 3 2 2 5 は、底部から上に向かって先細または円錐状の外観をも有する、角度をつけた六角錐の改良された錐台として成形される。内面 3 2 2 1 の各段部の半径は、上から下に向かって徐々に小さくなる。内側の改良された六角形の特徴部は、比較的浅い深さで、外側部材 3 2 2 0 の内側から除去される。連続する内側改良六角形特徴部は、規則的な長さとの幅の間隔で除去される。各連続する特徴部は、先行する特徴部が停止するところから始まる。除去された内側改良六角形特徴部の幾何学的パターンは、空間が別の内側改良六角形特徴部の付加を制限するまで続く。

【0 2 6 1】

より一般的には、内側部材 3 2 1 0 の外面 3 2 1 2 および外側部材 3 2 2 0 の内面 3 2 2 1 が内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 が相対的に回転可能でないように、任意の適切な回転カップリング手段（本質的に多角形および角度付き）として構成される。実際、この回転カップリングにより、装置 3 2 0 2 が内側部材 3 2 1 0、外側部材 3 2 2 0 の何れか、または内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 の両方によって回転されると、トルク装置の作用部がねじ締結具に荷重を加える。外側部材 3 2 2 0 は、内側部材 3 2 1 0 を実質的に取り囲んでいることに注意されたい。内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 は、装置 3 2 0 2 の部分的に嵌合した表面から生じる意図しない解体、及び／又は任意の緩和を防止するために、予測可能な変形方法と一緒に押圧されてもよいことに留意されたい。

【0 2 6 2】

内側部材 3 2 1 0 と外側部材 3 2 2 0 との間の荷重支持表面領域の幾何学的形状は、装置 3 2 0 2 の直径を実質的に増加させる必要なく、改善され、戦略的にバイアスされた垂直および半径方向応力分布を可能にする。幾何学的構成 3 2 1 6 および 3 2 2 5 は、比較的低い複数の段部のための角度を有する階段状円錐の錐台または比較的高い複数の段部のための角度を有する滑らかな円錐の錐台の何れかとして成形され得る。可変の段量、寸法、幾何学的構成、角度及び／又は間隔を使用して、そのような利点を達成することができることに留意されたい。

【0 2 6 3】

幾何学的構成 3 2 1 6 に対するそのような改良の 1 つは、ねじ負荷からのフープ応力の改善された分布のための丸み付き角 3 2 1 8 を含む。幾何学的構成 3 2 1 6 は、任意の適切な幾何学的形状で構成されてもよいことに留意されたい。幾何学的構成 3 2 2 5 に対す

10

20

30

40

50

る１つの改良は、ねじ負荷からのフープ応力の改善された分布のための丸み付き３２２７を含む。丸み付き角３２２７はまた、内側部材３２１０上の丸み付き角３２１８を収容する。幾何学的構成２２５は、任意の適切な幾何学的形状で構成されてもよいことに留意されたい。上面３２１３は、ボルト締め応力の分布を改善するために図３２Ｂに示されるような上端部分３２１５を含んでもよい。外側部材３２２０はさらに、図３２Ｂに示するような上面３２２３を有する。上面３２２３はボルト締め応力の分布を改善するために、下向きに傾斜する。下面３２３０は、ボルト締め応力の分布を改善するために図３２Ｃに示されるような下端部分３２２８を含んでもよい。

【０２６４】

図３２Ｃおよび３２Ｄを参照する。例として、装置３２０２および装置３２０２Ａを示す。装置３２０２の内側部材３２１０のテーパは、上面３２１３から下面３２１８に増加する。同様に、外側部材３２２０のテーパは、上面３２２３から下面３２３０に減少する。装置３２０２は好ましい実施形態を示す。逆に、装置３２０２Ａの内側部材３２１０Ａのテーパは、上面３２１３Ａから下面３２１８Ａに減少する。同様に、外側部材３２２０Ａのテーパは、上表面３２２３Ａから下面３２３０Ａに増加する。図３２Ｄは、限定された状況で使用され得る代替実施形態を示す。追加の特徴が、その実施可変性を増加させるために装置３２０２Ａに含まれてもよいことに留意されたい。そのような特徴の１つは、負荷中に外側部材３２２０Ａが内側部材３２１０Ａに隣接したままであることを確実にするために、上面３２１３Ａ上に構成され、半径方向外側に延在するリップを含んでもよい。

【０２６５】

本発明の装置３２０２は、ねじのかじりを排除することを想起されたい。破壊的損傷および負荷喪失は、以前はねじ締結具に硬化処理の使用を制限していた。しかしながら、有利には、装置３２０２の内側部材３２１０が表面的に、部分的に、または完全に冶金学的に硬化される。火炎硬化、誘導硬化、浸炭、ホウ化、窒化、シアン化、炭窒化、フェライト窒化炭化、焼なまし、焼入れ、時効、焼戻し、熱処理（差動（*differential*））、火炎、誘導、肌焼きなど）、冷間処理（極低温）、またはそれらの任意の組合せなど、多くの冶金硬化処理を使用することができる。非冶金学的に硬化された外側部材３２２０が冶金学的に硬化された内側部材３２１０を実質的に取り囲むため、壊滅的な損傷及び／又は負荷損失をもたらす亀裂は装置３２０２によって防止される。

【０２６６】

装置３２０２の段付き円錐締結具構成は、スタッドねじ山と内側部材ねじ山３２１７との間の螺旋傾斜面を通る機械的摺動作用によってスタッドまたはボルトに引張荷重を生成する。摺動螺旋ねじ作用は、トルク装置を使用して、内側部材３２１０、外側部材３２２０の何れか、または内側部材３２１０および外側部材３２２０の両方にトルク下で回転を加えることによって生成される。

【０２６７】

（２部品テーパ付きナットアセンブリと共に使用するＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャ）

等しく逆向きの反力は、トルク付与処理中に発生し、適切な反作用点、すなわち静止対象物に伝達しなければならない。図３２Ｃに示すように、内側及び／又は外側部材３２１０及び／又は３２２０の下面３２１８及び／又は３２３０は、ジョイント部の上面にあることに留意されたい。あるいは、図３３Ａ～３３Ｃに示されるように、これらの下面とジョイント部の上面との間に反作用ワッシャ３３０１を構成してもよい。反作用ワッシャ３３０１はＨＹＴＯＲＣ（登録商標）・Ｚワッシャとして構成され、これは本出願および共有及び／又は同時係属中の以下の国際出願に完全に開示されており、その全対は参照によって本明細書に組み込まれる。２０１４年１２月１７日出願の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願ＰＣＴ／ＵＳ２０１４／７０９９６号明細書、及び／又は２０１４年１２月１７日出願の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願ＰＣＴ／ＵＳ２０１４／７１０００号明細書。装置３２０２Ｂは、２部品ナットアセンブリ３２０２と、ねじ締結具の締め付けまたは緩みによって生成される対抗トルク

10

20

30

40

50

を受け取るための反作用ワッシャ 3301 とを含む。

【0268】

反作用ワッシャ 3301 は、二重駆動同軸作用および反作用アセンブリ（図示せず）を介してトルク装置との回転カップリングを可能にする幾何学的構成 3309 を有する外側端 3304 と、中央孔 3305 から外側の領域に偏った摩擦係数増加処理 3307 を有する下面 3303 とを含む。反作用ワッシャ 3301 は、2 部品ナットアセンブリ 3202 に取り外し可能に取り付けられて示される。反作用ワッシャ 3301 と 2 部品ナットアセンブリ 3202 との間の結合は所定のプリトルク（*pre-torque*）で破断し、反作用ワッシャ 3301 は、適切な反作用点となる。この例では、圧縮および摩擦力がこの結合を上回ると、反作用ワッシャ 3301 およびナットアセンブリ 3202 が分離する。任意の適切な結合方法を使用することができる。このような組合せは、HYTORC（登録商標）・NUT と同様の利点を有するナット・ワッシャセンブリを作り出すことに留意されたい。あるいは、反作用ワッシャ 3301 およびナットアセンブリ 3202 が別個の構成要素であってもよい。

10

【0269】

反作用ワッシャ 3301 は、装置 3202 と共に使用されるねじ締結具の締め付け及び／又は緩めの間の好適な反作用点として使用されてもよい。摩擦係数増加処理 3307 は、粗面化、多角形表面、スプライン、ローレット、スパイク、溝、スロット、突出点またはコーナー、他のそのような突出部、またはそれらの任意の組み合わせの何れかを含むことができる。それらは、ローレット加工、サンディング、ブラスト加工、フライス加工、機械加工、鍛造、鋳造、フォーミング、形状加工、粗加工、スタンピング、彫刻、パンチング、曲げ加工、中央孔付近のワッシャ材料の除去、またはそれらの任意の組み合わせの何れかによって構成することができる。そのような摩擦係数増加処理は、下面 3303 にわたって均等に分布されてもよく、または中央孔 3305 の半径から離れた位置に配置されてもよい。それらは、単独で、ランダムに、アレイで、またはそれらの任意の組み合わせの何れかで構成され得る。これらの反作用ワッシャは、アセンブリ 3202 の有効摩擦半径よりも大きい有効摩擦半径を有する。

20

【0270】

図 28～29 の装置 2801 に関する説明は装置 3202 に適用されることに留意されたい。しかしながら、装置 2801 の内側スリーブと外側スリーブとは、回転可能に結合されず、したがって、相対的に回転可能ではないことを思い出してほしい。例えば、上面 3213 は、トルク装置の作用部分と回転不可能に係合するのであろう、段付き円錐形締結具センブリ 2801 のカップリング手段 2817 と同様のカップリング手段を有する可能性がある。そのような内側部材カップリング手段は、任意の適切な幾何学的形状によって構成されてもよく、またはギア歯、六角形、二重六角形、キャストレーション、または回転カップリングを可能にする任意の他の一般的な幾何学的形状などの、トルク装置と回転カップリングするための他の手段または特部徴とともに使用されてもよい。1 つの可能な代替物は、図 29A に 2747 として示される六角形状である。同様に、外側部材カップリング手段 3229 は任意の適切な幾何学的形状によって構成されてもよく、またはギア歯、六角形、二重六角形、キャストレーション、または回転カップリングを可能にする任意の他の一般的な幾何学的形状などの、トルク装置と回転カップリングするための他の手段または特徴部とともに使用されてもよい。1 つの可能な代替物は、図 29B に 2956 として示される六角形状である。除去された外側（内側部材 3210）および内側（外側部材 3220）円筒形状の量、寸法、形状および間隔は例えば、応力バイアスなど、装置 3202 の特性を最適化するために、用途に応じて変化してもよいことに留意されたい。

30

40

【0271】

図 32A～32C は、一定の長さおよび幅間隔で除去された 4 つの外側円柱状の特徴部と、一定の長さおよび幅間隔で除去された 4 つの内側円柱状の特徴部とを有する外側スリーブ 3220 とを有する内側スリーブ 3210 を示す。しかしながら、図 29C に示されるように、1 つの除去された外側および内側円柱状の特徴部からの量、寸法、幾何学的形

50

状、および間隔を変化させると、公称角度、段高さ、および段幅が変化する。あるいは、段長さはほぼ平滑なテーパを作るために無限に小さく寸法決めされてもよい。内側スリーブ 3 2 1 0 の角度付き外側部分および外側スリーブ 3 2 2 0 の角度付き内側部分は比較的滑らかでありながら回転可能に結合された円錐面を構成するために、一工程で除去されてもよい。

【0 2 7 2】

図 3 2 A ~ 3 2 C は、一定の垂直間隔または段差高さの内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 の嵌合面を示す。図 2 9 D は、装置 3 2 0 2 の嵌合面が変化する垂直間隔、または段部高さを有する可能性があることを示す。これは、他の段部が負荷されるときにのみ、選択的段部上での移動を可能にする。塑性変形は従って、垂直方向の移動を可能にし、各段付き面にわたる応力分布を戦略的にバイアスする。言い換えれば、内側スリーブ 2 8 1 0 と外側スリーブ 2 8 2 0 との嵌合面間の隙間または間隔が増加することにより、装填中の半径方向の拡張が可能になる。この特徴は、内側部材 3 2 1 0 の冶金学的に硬化された特性に起因して、限定された適用性を有し得ることに留意されたい。

【0 2 7 3】

図 3 2 A ~ 3 2 C は、一定の段部面角度、すなわち 90° の内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 の嵌合面を示す。図 2 9 E は、装置 3 2 0 2 の嵌合面が変化する段部面角度を有する可能性があることを示す。これにより、段部全体にわたって、より均一かつ制御されたバイアス応力分布が促進される。言い換えれば、内側部材 3 2 1 0 および外側部材 3 2 2 0 の何れかまたは両方は選択的な水平の階段状表面に応力をバイアスするために、様々なピッチ角を有する階段状垂直表面を有する可能性がある。

【0 2 7 4】

図 3 0 および 3 1 中の装置 3 0 0 1 に関する説明は装置 3 2 0 2 に適合され得ることに留意されたい。しかしながら、装置 3 0 0 1 はトルク装置とスタッドとの間の既知の回転可能なカップリングの代替であり、一方、装置 3 2 0 2 は、既知のねじナットの代替であることを思い出してほしい。例えば、図 3 1 B および 3 1 C に示されているように、1 つの 1 2 点特徴部から次の特部徴への深さの変更およびサイズ変化は、これらの特徴部が装置 3 2 0 2 内に構成される円錐形状の公称角度を増減するのであろう。1 2 点特徴部は、図 3 1 A の六角形などの 2 つの部分の間の回転を阻止する任意の幾何学的形状で置換され得る。さらに、段差の深さは、滑らかなテーパを作り出すために無限に小さくすることができる。このようなカップリングの製造を最適化するために、混合された段サイズおよびジオメトリを使用することができる。

【0 2 7 5】

スタッドまたはボルトおよび装置 3 2 0 2 の何れかを有するねじ締結具が、本明細書に開示される。このようなねじ締結具を締め付けたり緩めたりするために、空気圧式、電気式、油圧式、または手動で駆動されるトルク装置がここに開示されている。そして、このようなねじ締結具装置およびトルク装置からなるシステムをここに開示する。

【0 2 7 6】

一般に、本明細書に開示される 2 部品ナットアセンブリは、公知の 3 部品ナットアセンブリと比較して、ボルト締め隙間を制限する寸法を減少し、公知のナットと比較して、ねじのかじり、破損、および負荷損失の防止を高める。内側部材と外側部材との間の荷重支持表面領域は、寸法を実質的に増加させる必要なく、戦略的にバイアスされた垂直及び半径方向の応力分布を可能にする。それらは、産業用ねじナットに典型的な引張フープ応力を、破壊の可能性を最小にするような方法で効果的に取り扱う。言い換えれば、本明細書に開示されるナットアセンブリのコンパクトな寸法および選択的な冶金学的硬化は、破損の危険性を最小限に抑え、構成され得る任意の破損からの荷重損失を防止する。ツーピース構造は、最も高い引張りフープ応力を受ける部分、すなわち雌ねじの近くの部分を隔離して、破壊がアセンブリ全体を通して移動するのを防止する。ねじ生成フープ応力は内側部材に厳密に拘束される。硬化部または表面硬化部で破壊発生に至るひずみおよび変形は制御される。そして、たとえ破損が構成されたとしても、それらは、アセンブリの硬化し

た内側部材を通して移動するだけであり、破滅的な負荷損失をもたらさない。

【0277】

上述した要素の各々、または2つ以上が一緒になって、上述したタイプとは異なる他の種類の構成にも有用な用途を見出すことができることが理解されるのであろう。前述の説明、以下の特許請求の範囲、及び／又は添付の図面に開示された特徴はそれらの特定の形態で、または開示された機能を実行するための手段、または開示された結果を達成するための方法またはプロセスに関して表現され、必要に応じて、別々に、またはそのような特徴の任意の組合せで、本発明をその多様な形態で実現するために利用することができる。1つのそのような実施形態は、図25、26、27、33及び／又はその任意の部分に関して開示される任意の構成で、2部品テーパナットアセンブリと組み合わされたZ・Squareワッシャを含む。

10

【0278】

(2部品テーパねじナットアセンブリ)

図34A～34Cを参照すると、例示として、これらはねじ締結具(図示せず)のスタッドまたはボルトの何れかと共に使用するための2部品テーパねじナットアセンブリ3402と、トルク装置(図示せず)とを含み、該トルク装置は締結具と螺合可能な内面と、テーパを構成するねじ構成によって画定される外面とを有する剛性内側部材3410と、内側部材3410の外面のテーパねじ構成と螺合可能な逆テーパねじ構成によって画定される内面とを有する外側部材3420と、を含み、2部品ナットアセンブリ3402はトルク装置の作用部分によって回転されると、ねじ締結具に荷重を加える。内側部材は表面的に、部分的に、及び／又は完全に冶金学的に硬化される。

20

【0279】

内側部材3410は幾何学的本体であり、図34Bおよび34Cに示されるように、ねじインサートとして構成される。それは、ねじ締結具のスタッドまたはボルトの外側螺旋ねじ手段を有する外面と係合可能な内側螺旋ねじ手段3417を有する内面3411を有する。それは、幾何学的構成または外側部材3420の逆テーパねじ構成3425を有する内面3421と回転可能に係合する。内側部材3410はさらに、外側部材3420の下面3430に隣接し、それと共に終端する下面3418を有する。

【0280】

この例示的な実施形態では、テーパねじ構成3416は、下面上方からテーパ状または円錐状の外観を有する滑らかな円錐ピラミッドの改良された逆錐台として成形される。外面3412上の各ねじ山の半径は、上から下に向かって徐々に小さくなる。外側中空円形特徴部は、比較的浅い深さで、内側部材3410の外側から除去される。連続した外側中空円形特徴部は、連続した長さおよび幅の間隔で除去される。各連続する特徴部は、先行する特徴部が停止するところから始まる。除去された外側円形特徴部の幾何学的パターンは、空間(高さ)が別のそのような特徴部の付加を制限するまで続く。

30

【0281】

内側部材3410はさらに、上面3413を有する。上面3413は、トルク装置の作用部分と回転不能に係合するのであろう、段付き円錐形締結具センブリ2801のカップリング手段2817と同様のカップリング手段を有する可能性がある。

40

【0282】

外側部材3420は幾何学的本体であり、図34A～34Cに示されるように、スリーブとして構成される幾何学的本体である。それは内側部材3410の外側表面3412と回転可能に係合可能な逆テーパねじ構成3425を有する内面3421を有する。外側部材3420は、幾何学的構成3426を伴う外側表面3422を有する。幾何学的構成3426も、トルク装置の作用部分と非回転可能に係合するカップリング手段3429として構成される。回転カップリング手段3429はこの例示的な実施形態では改良された六角形の特徴部として構成されるが、任意の適切な幾何学的形状で構成されてもよい。そして、段付き円錐形締結具センブリ2801のカップリング手段2827と同様であってもよい。

50

【0283】

この例示的な実施形態では、逆テーパねじ構成3425が下面上方からテーパ状または円錐状の外観を有する滑らかな円錐ピラミッドの改良された錐台として成形される。内面3421上の各ねじ山の半径は、上から下に向かって徐々に小さくなる。内側円形特徴部は、比較的浅い深さで、外側部材3420の内側から除去される。連続した内側円形特徴部は、連続した長さとの幅の間隔で除去される。各連続する特徴部は、先行する特徴部が停止するところから始まる。除去された内側円形特徴部の幾何学的パターンは、空間が別の内側円形特徴部の付加を制限するまで継続する。

【0284】

より一般的には、内側部材3410の外表面3412および外側部材3220の内面3421は、内側部材3410および外側部材3420が好適に組み立てられるまで、内側部材3410および外側部材3420が相対的に回転可能であるように、任意の好適な相対的に回転可能な手段（本質的に円形で平滑）として成形される。実際、トルク装置の作用部分は好適に組み立てられるまで、この相対的に回転可能な手段により、装置3402が内側部材3410、外側部材3420、または内側部材3410および外側部材3420の両方によって回転されるときに、ねじ締結具に荷重を加える。外側部材3420は、内側部材3210を実質的に取り囲むことに留意されたい。内側部材3210および外側部材3420は装置3402の部分的に嵌合した表面から生じる、及び／又は任意の緩和の意図しない解体を防止するために、予測可能な変形方法で、一緒に押圧されてもよいことに留意されたい。

【0285】

内側部材3410と外側部材3420との間の荷重支持表面領域の幾何学的形状は、装置3402の直径を実質的に増加させる必要なく、改善され、戦略的にバイアスされた垂直および半径方向応力分布を可能にする。テーパ状のねじ構成3416および3425は、比較的低い複数の段のための滑らかな階段状円錐の錐台、または比較的高い複数の段のための滑らかに傾斜した円錐の錐台の何れかとして成形され得る。可変の段差量、寸法、幾何学的形状、直角及び／又は間隔を使用して、そのような利点を達成することができることに留意されたい。ボルト締め応力の分布を改善するための改良は、図面に記載されたものと同様の特徴部を含むことができる。32Bは例えば、丸い角3218および3227と同様に、上端部分3215、傾斜した上面3223及び／又は下端部分3228である。

【0286】

図34Cを参照すると、一例として、装置3402が示されている。装置3402の内側部材3410のテーパは、上表面3413から下面3418に増加する。同様に、外側部材3420のテーパは、上表面3423Aから下面3430に減少する。図示されていない装置3402の別の実施形態は、図32Dの装置3202Aに対応し得る。

【0287】

本発明の装置3402は、ねじのかじりを排除することを想起されたい。破壊的損傷および負荷喪失は、以前においてねじ締結具に対する硬化処理を制限していた。しかしながら、有利には、装置3402の内側部材3410が表面的に、部分的に、または完全に冶金学的に硬化される。火炎硬化、誘導硬化、浸炭、ホウ化、窒化、シアン化、炭窒化、フェライト窒化炭化、焼鈍、焼なまし、焼入れ、時効、焼戻し、熱処理（差動、火炎、誘導、肌焼きなど）、冷間処理（極低温）、またはそれらの任意の組合せなど、多くの冶金硬化プロセスを使用することができる。さもなければ壊滅的損傷及び／又は負荷損失をもたらす亀裂は、非冶金学的に硬化された外側部材3420が冶金学的に硬化された内側部材3410を実質的に取り囲むように、装置3402によって防止される。

【0288】

装置3402の滑らかな円錐締結具形状は、スタッドねじ山と内側部材ねじ山3417との間の螺旋状傾斜面を通る機械的摺動作用によってスタッドまたはボルトに引張荷重を生じさせる。摺動螺旋ねじ作用は、トルク装置を使用して、内側部材3410、外側部材

3420、または内側部材3410および外側部材3420の両方にトルクの下で回転を加えることによって生成される。

【0289】

(2部品テーパ付きねじナットアセンブリと一緒に使用するHYTORC(登録商標)・Zワッシャ)

トルク付与処理中に等しく逆向きの反力が発生し、反作用を適切な反作用点、すなわち静止対象物に伝達しなければならない。図34Cに示すように、内側及び／又は外側部材3410及び／又は3420の下面3418及び／又は3430は、ジョイントの上面にあることに留意されたい。あるいは、図35A-35Cに示されるように、これらの下面とジョイント部の上面との間に反作用ワッシャ3501を構成してもよい。反作用ワッシャ3501はHYTORC(登録商標)・Zワッシャとして構成され、これは本出願および共有及び／又は同時係属中の国際出願(その全体が本明細書中に参照として援用される)において完全に開示される。国際出願PCT/US2014/70996号明細書(これは2014年12月17日の出願日を有する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」と題する)、及び／又は国際出願PCT/US2014/71000号明細書(これは2014年12月17日の出願日を有する、「ねじ締結具を締め付けるための装置」と題する)。装置3402Bは、2部品テーパナットアセンブリ3402と、ねじ締結具の締め付けまたは緩みによって生成される対抗トルクを受け取るための反作用ワッシャ3501と、を含む。図の装置3202Bに関する説明に留意されたい。図33A~33Cは、図の装置3402Bに適合させることができる。図28-29中の装置2801に関する説明に留意されたい。装置3402および3402Bに適合させることができる。図30および31中の装置3001に関する説明は、装置3402および3402Bに適合され得る。

【0290】

スタッドまたはボルトおよび装置3402および3402Bの何れかを有するねじ締結具が、本明細書に開示される。このようなねじ締結具を締め付けたり緩めたりするために、空気圧式、電気式、油圧式、または手動で駆動されるトルク装置がここに開示されている。そして、このようなねじ締結具装置およびトルク装置からなるシステムをここに開示する。

【0291】

一般に、本明細書に開示される2部品ナットアセンブリは公知の3部品ナットアセンブリと比較して、ボルト締め隙間を制限する寸法が減少し、公知のナットと比較して、ねじ摩耗、破損、および負荷損失の防止を高める。内側部材と外側部材との間の荷重支持表面領域は、寸法を実質的に増加させる必要なく、戦略的にバイアスされた垂直及び半径方向の応力分布を可能にする。それらは、産業用ねじナットに典型的な引張フープ応力を、破壊の可能性を最小にするような方法で効果的に取り扱う。言い換えれば、本明細書に開示されるナットアセンブリのコンパクトな寸法および選択的な冶金学的硬化は、破損の危険性を最小限に抑え、構成され得る任意の破損からの荷重損失を防止する2部品構造は、最も高い引張りフープ応力を受ける部分、すなわち雌ねじの近くを隔離して、破壊がアセンブリ全体を通して移動するのを防止する。ねじ生成フープ応力は内側部材に厳密に拘束される。硬化部または表面硬化部で破壊発生に至るひずみおよび変形を制御する。そして、たとえ破損が構成されたとしても、それらは、アセンブリの硬化した内側部材を通して移動するだけであり、破滅的な負荷損失をもたらさない。

【0292】

上述した要素の各々、または2つ以上が一緒になって、上述したタイプとは異なる他の種類の構成にも有用な用途を見出すことができることが理解されるのであろう。前述の説明、以下の特許請求の範囲、及び／又は添付の図面に開示された特徴はそれらの特定の形態で、または開示された機能を実行するための手段、または開示された結果を達成するための方法またはプロセスに関して表現され、必要に応じて、別々に、またはそのような特徴の任意の組合せで、本発明をその多様な形態で実現するために利用することができる。

1つのそのような実施形態は、図25、26、27、33及び／又はその任意の部分に関して開示される任意の構成で、2部品テーパナットアセンブリと組み合わされたZ・Squarterワッシャを含む。

【0293】

(HYTORC (登録商標)・Anti-Loosening・Zワッシャ)

出願人の最近のZシステム関連の研究開発には、前述のようにHYTORC (登録商標)・Zワッシャの両側に、振動によるねじ締結具の自己緩みを防止するために、摩擦係数増加処理を適用することが含まれる。

【0294】

図36Aおよび図36Bは、HYTORC (登録商標)・Anti-Loosening・Zワッシャ3601の形態の実施形態の斜視図を示す。緩み防止反作用ワッシャ3601は本願および共有及び／又は同時係属中の以下の国際出願に完全に開示されており、その全体は、参照として本明細書に組み込まれる。2014年12月17日日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/70996号明細書、及び／又は2014年12月17日日の「ねじ締結具を締め付けるための装置」という名称の国際出願PCT/US2014/71000号明細書。ワッシャ3601は、二重駆動同軸作用および反作用アセンブリ (図示せず) を介して、トルク装置との回転カップリングを可能にする幾何学的構成3609を有する外側端3604と、中央孔3605から外側に向かって領域に偏位した摩擦係数増加処理3607Aを有する下面3603と、中央孔3605から外側に向かって領域に偏位した摩擦係数増加処理3607Bを有する上面3602と、を含む。

【0295】

横振動によって生じるせん断荷重を受けると、ボルト結合部は所望の荷重を失う傾向があることを思い出してほしい。反作用ワッシャ3601の上面に摩擦係数増加処理3607Bを加えることは、本出願人の新規かつ自明でないことであり、ねじ締結具ロック解決策としての役割を果たす。その結果はねじ締結具の振動誘導自己緩みを制限し、防止することにより、ボルト継手の安全を増すことを含む。実際、ワッシャ3601は、緩みなく広範囲の条件下で強い性能を示すユンカー試験に容易に合格した。対照的に、産業規格の平坦状ワッシャはユンカー試験に即座に不合格となり、広範囲の条件下での性能が弱く、緩みの実質的な危険性があることを示した。Zワッシャ1もユンカー試験に失敗したが、業界標準の平坦状ワッシャよりもはるかに優れたパフォーマンスを発揮した。

【0296】

図37、38および39は、それぞれHYTORC (登録商標)・Anti-Loosening・Zワッシャ3701、3801および3901の形態のワッシャ3601の別の実施形態の斜視図を示す。ワッシャ3601と同様に、ワッシャ3701、3801、および3901は、二重駆動同軸作用および反作用アセンブリ (図示せず) を介してトルク装置との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、中央孔から外側の領域に偏った摩擦係数増加処理を有する下面とを含む。しかしながら、ワッシャ3701、3801および3901の上面3702、3802および3902の摩擦係数増加処理3707、3807および3907は、ワッシャ3601の上面3602の摩擦係数増加処理3607Bとは異なる。摩擦係数増加処理3707、3807、および3907は、幅が広く、狭く変化するそれらの中央孔に向かって、内側に向かってバイアスされる。

【0297】

ワッシャ3601と同様に、ワッシャ3701、3801および3901は、緩みなく広範囲の条件下で強い性能を示すユンカー試験に容易に合格した。このような結果はまた、摩擦係数増加処理の位置および表面領域が、緩みに対する抵抗に対する最小の影響に限定されていることを示している。言い換えれば、部分的に覆われたワッシャの強化された緩み防止性能はノルトロック (Nordlock) およびハイコ (Heico) を含む従来技術のワッシャと同様に、完全に覆われたワッシャと同様である。

【0298】

ワッシャ3601（外向きにバイアスされた処理3607Bを有する）および完全に被覆されたワッシャ（ノルトロックおよびハイコを含む従来技術のもののように）とは異なり、ワッシャ3701、3801および3901は所望の負荷を達成するために、締め付け中に必要なトルク入力により少ない。さらにワッシャ3901は所望の負荷を達成するために、ワッシャ3701よりも少ないトルク入力を必要とする、ワッシャ3801よりも少ないトルク入力を必要とする。

【0299】

驚くべきことに、ワッシャ3901は所望の荷重を達成するために、平滑な上面を有するZワッシャ1と同様のトルク入力を必要とする。このような結果は、図6に関連して上述した本出願人の摩擦理論をさらに実証する。換言すれば、所望の負荷を達成するために入力される必要トルクは、任意の摩擦強化の中央孔からの距離に比例する。

10

【0300】

本発明の反作用ワッシャに適用すると、本出願人の有効摩擦半径バイアスは、ボルトまたはナットが回転すること、すなわちワッシャの前で滑ることを保証する。Anti-Loosening・Zワッシャ3601、3701、3801および3901はさらに、選択的にバイアスされた上面摩擦領域を内側に、選択的にバイアスされた下側摩擦領域を外側にバイアスする両面摩擦強化ワッシャを特徴とする。この両面、選択的両面バイアス概念は最適化されたトルク入力伝達を可能にし、しかも横振動によって引き起こされるせん断応力からの意図しない緩みを防止する。そして、確かに新規で、自明ではない。

20

【0301】

設計エンジニアは、負荷損失を防ぐことでボルトジョイント部の完全性に焦点を当て続けていることを思い出す。ロックナットおよび標準、2部品ウェッジおよび鋸歯状ロックワッシャのような従来技術のねじ締結具ロックング手法は、ボルト接合部の完全性を最適化するものではない。例えば、所望の負荷を達成するための過剰トルク付与は降伏点を超えて締結具をとり、及び／又は不足トルク付与は、意図しない緩みをもたらす得る。また、ミスアライメント、ねじり応力および側面荷重は、ボルトジョイント部の完全性に有害である。

【0302】

一方、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zワッシャ3601、3701、3801、3901は工具、ドライバー、締結具、ワッシャの設計、動作の簡素化、反作用、ねじり、曲げ、引張り力、意図しない負荷喪失の脱離、トルク入力変換、アライメント、耐振動性、ボルト締め速度、効率、信頼性、再現性、安全性を低価格で向上させることにより、ボルト締めジョイント部の完全性を最適化する。

30

【0303】

HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zワッシャは、HYTORC（登録商標）・Zシステムの任意の部分と共に使用することができ、以下を含む。

さまざまなタイプのナットまたはボルト頭部の下に配置されたZワッシャであって、ワッシャ／ファスナーの半径係合差など、複数の形状、サイズ、形状、セレーションの係合する周囲を持ち、及びさまざまなタイプ、サイズ、場所の摩擦係数増加処理手段など、フランジ表面に対しては比較的高い摩擦とナットに対しては比較的低い摩擦を有する摩擦バイアス面を備えるZワッシャと、較正されたトルクに対して高速ランダウンを組み合わせて、強力なインパクトメカニズムと正確なトルクマルチプライヤを同じく工具に組み込むHYTORC（登録商標）・Zガンと、Zワッシャ上で反作用する外側スリーブと、ナット又はボルト頭部を回す内側スリーブを有する、二重駆動同軸作用及び反作用を有するHYTORC（登録商標）・Zソケットと、AVANTIおよびICEスクエアドライブシステム、STEALTHリミテッドクリアランスシステム、空気圧JGUNシリーズ、FLASHガンおよびリチウムシリーズマルチプライヤなどとの互換性のためのHYTORC（登録商標）・Zスプラインアダプタ及び反作用プレートと、両面摩擦機能強化面ワッシャ及び／又はジョイントの反対側のナットまたはボルト頭部の下の対抗トルク用のHYT

40

50

ORC（登録商標）・Zナット／ボルトを含む、HYTORC（登録商標）・ZワッシャとHYTORC（登録商標）・Z両面摩擦ワッシャの組み合わせと、HYTORC（登録商標）のトルク／張力システムを使用したタイトクリアランスのためのHYTORC（登録商標）・Z二重駆動オフセットリンクと、それらに適用されるHYTORC（登録商標）・Z振動メカニズムと、Z・Squirterワッシャと、Z・DTIワッシャと、HYTORC（登録商標）・Zワッシャおよびナットアセンブリと、テーパ付き締結具アセンブリと、テーパねじりカップリングと、二部品テーパナットアセンブリと、二部品テーパねじナットアセンブリとおよびそれらの任意の組合せを含む。

【0304】

（HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zナットとスマートスタッド）

本出願人の最近のZシステムに関連した調査及び発展はねじ締結具の振動誘起自己緩みを防止するために、HYTORC（登録商標）ナット及びスマートスタッドの下面に上述した摩擦係数増加処理を適用することを含む。

【0305】

図40A～40Dは、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zナット4001の実施形態の斜視図をそれぞれ示す。緩み防止ナット4001は、HYTORC（登録商標）・NUTまたは自己反作用締結具として構成され、それは、本出願の背景技術および全体が参照によって本願に組み込まれる以下の共有の発行された米国特許に開示されている。米国特許第5,318,397号明細書、米国特許第5,499,955号明細書、米国特許第5,341,560号明細書、米国特許第5,539,970号明細書、米国特許第5,538,379号明細書、米国特許第5,640,749号明細書、米国特許第5,946,789号明細書、米国特許第6,152,243号明細書、米国特許第6,230,589号明細書、米国特許第6,254,323号明細書、米国特許第6,254,323号明細書、および米国特許第6,461,093号明細書。ナット4001は自己反作用ナットの例を含み、内側スリーブ4010と、外側スリーブ4020と、ワッシャ4030とを含む。それは、外側スリーブ4020への入力トルクの印加のための反作用点としてワッシャ4030を使用する。外側スリーブ4020はナットとして機能し、一方、内側スリーブ4010はねじスタッド4050の延長となり、ワッシャ4030と回転カップリングされる。この回転カップリングは外側スリーブ4020へのトルクの印加中に、内側スリーブ4010とスタッド4050ねじとの間の摺動運動を防止する。

【0306】

換言すれば、HYTORC（登録商標）・NUTは一方が他方の内側にある2つのスリーブを有し、それによって、内側スリーブは、内側スリーブの軸方向移動のみを可能にするためにスプライン付きワッシャと接続される。スタッドまたはボルトにユニットとしてねじ止めされている。専用ドライバーは内側スリーブに固定され、外側スリーブを回す。スタッドは油圧張力器具と同様に、内側スリーブと共に上方に引き出され、過剰延長およびスプリングバックなしで張力をかけられる。内側スリーブは、荷重下でスタッドのねじ山に対して決して回転せず、ボルトねじの摩損または他の損傷の可能性を排除する。HYTORC（登録商標）・NUTの他のいくつかのバージョンは、上記名称の特許で開示されているため、代わりに使用することができる。ナット4001の1つまたは複数のねじおよび係合特徴部は、図40A～40Dには正確に示されていないことに留意されたい。

【0307】

本発明のこれらの実施形態に具体的には、ワッシャ4030の下面4033が中央孔4005から外側に向かう領域に偏った摩擦係数増加処理4037を有する。HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zナット4001の好ましいバージョンでは、上面4032が摩擦係数増加処理を有していないことに留意されたい。しかしながら、他のバージョンでは、上面4032がそのような処理を有する可能性がある。

【0308】

HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zスマートスタッドは図面には示されていないが、3ピースの機械的張力スタッド装置の一例である。それらは、スタッド、ナットおよびワッシャからなる。スタッドは、両端に雄ねじを有する。上側のねじ山の下には、スタッドもスプライン又は他の幾何学的形状を有し、ワッシャの内径との回転カップリングを作る。また、スタッドの頂部側はスプライン又は他の幾何学的形状を有し、トルク入力装置の反作用シャフトとの回転カップリングを可能にするのであろう。ナットは、スタッドの上側のねじ山と係合するように雌ねじが切られている。ナットはトルク入力装置からのトルクの導入を可能にするために、スプライン又は他の幾何学的形状を有することになる。ワッシャは、スプラインまたはスタッドの頂部ねじ山の下他の幾何学的形状と回転可能に嵌合する内側幾何学的形状を有する。HYTORC（登録商標）・SMARTSTUDの他のいくつかのバージョンは、上記の名前の特許で開示されているため、代わりに使用することができる。

10

【0309】

これらのHYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zスマートスタッドの実施形態に特有に、ワッシャの下面は、中央孔から外側の領域にバイアスされた摩擦係数増加処理部を有する。HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zスマートスタッドの好ましいバージョンでは、上面が摩擦係数増加処理を持たないことに留意されたい。しかしながら、他のバージョンでは、上面がそのような処理を有する可能性がある。

20

【0310】

横振動によって生じるせん断荷重を受けると、ボルト結合部は所望の荷重を失う傾向があることを思い出してほしい。本出願人の新規かつ明白でない摩擦係数増加処理4037のナット4001の下面4033への追加は、ねじ締結具ロック手法として機能する。その結果はねじ締結具の振動誘導自己緩みを制限し、防止することにより、ボルト継手の安全を増すことを含む。実際、ナット4001は緩みなく広範囲の条件下で強い性能を示すユンカー試験に容易に合格した。本発明のHYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zスマートスタッドは、同様のユンカー試験結果をもたらす。対照的に、業界標準の3ピース自己反作用締結具および機械的張力スタッド装置はユンカー試験に失敗し、緩みの実質的なリスクを伴う広範囲の条件下での弱い性能を示した。

30

【0311】

HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zナット及びスマートスタッドは、HYTORC（登録商標）・Zシステムの任意の部分と共に使用することができる。以下を含む。

さまざまなタイプのナットまたはボルト頭部の下に配置されたZワッシャであって、ワッシャ／ファスナーの半径係合差など、複数の形状、サイズ、形状、セレーションの係合する周囲を持ち、及びさまざまなタイプ、サイズ、場所の摩擦係数増加処理手段など、フランジ表面に対しては比較的高い摩擦とナットに対しては比較的低い摩擦を有する摩擦バイアス面を備えるZワッシャと、較正されたトルクに対して高速ランダウンを組み合わせ、強力なインパクトメカニズムと正確なトルクマルチプライヤを同じく工具に組み込むHYTORC（登録商標）・Zガンと、Zワッシャ上で反作用する外側スリーブと、ナット又はボルト頭部を回す内側スリーブを有する、二重駆動同軸作用及び反作用を有するHYTORC（登録商標）・Zソケットと、AVANTIおよびICEスクエアドライブシステム、STEALTHリミテッドクリアランスシステム、空気圧JGUNシリーズ、FLASHガンおよびリチウムシリーズマルチプライヤなどとの互換性のためのHYTORC（登録商標）・Zスプラインアダプタ及び反作用プレートと、両面摩擦機能強化面ワッシャ及び／又はジョイントの反対側のナットまたはボルト頭部の下の対抗トルク用のHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトを含む、HYTORC（登録商標）・ZワッシャとHYTORC（登録商標）・Z両面摩擦ワッシャの組み合わせと、HYTORC（登録商標）のトルク／張力システムを使用したタイトクリアランスのためのHYTORC（登録商標）・Z二重駆動オフセットリンクと、それらに適用されるHYTORC（登録商

40

50

標)・Z振動メカニズムと、Z・S q u i r t e rワッシャと、Z・D T Iワッシャと、H Y T O R C (登録商標)・Zワッシャおよびナットアセンブリと、テーパ付き締結具アセンブリと、テーパねじりカップリングと、二部品テーパナットアセンブリと、二部品テーパねじナットアセンブリとおよびそれらの任意の組合せを含む。

【0312】

(一般的な説明)

本発明の任意のタイプの適切な要素、サイズおよび材料は、以下を有して使用される。

締結具カテゴリとして、例えば、木ねじ、小ねじ、板金ねじ、セルフドリルS M S、六角ボルト、キャリッジボルト、ソケットねじ、セットねじ、jーボルト、ショルダーボルト、セックスねじ、係合ねじ、ハンガーボルトなど、頭部スタイルとして、例えば、平坦、楕円、なべ、トラス、丸、六角、六角座金、溝付き六角座金、ソケットキャップ、ボタンなど、駆動タイプとして、例えば、P h i l l i p sおよびF r e a r s o n、スロット、組み合わせ、ソケット、六角形、アレン、スクエア、トルクス(登録商標)、その他の複数の幾何学的形状、ナットタイプとして、例えば、六角形、ジャム、キャップ、a c o r n、フランジ、四角、トルクロック、溝付き、キャスルなど、ワッシャタイプとして、例えば、平坦、フェンダー、フィニッシュ、四角、ドック、反作用など、ねじタイプとして、例えば、シャープV、A N S規格(A m e r i c a n n a t i o n a l)、ユニファイ、メトリック、スクエア、A C M E、ホイットワース標準、丸ねじ、歯ねじ、一条、二条、三条、ダブルスクエア、トリプルA C M Eなど。

【0313】

本出願は、以下を含む本出願人のH Y T O R C (登録商標)・Zシステムを保護することを目的とする。

外側反作用当接部を使用せずにトルク増倍及び振動機構を有する多速度／多トルクモードを有する工具と、このような工具と共に使用するためのインライン同軸作用及び反作用を生じる力伝達手段と、このような工具及び力伝達手段と共に使用するためにナットの下側のワッシャに取り付けることができる駆動手段及びシフト手段と、このような工具、力伝達手段及び駆動手段と共に使用するための関連ワッシャ及び締結具と、このような工具、力伝達手段、駆動手段、ワッシャ及び締結具と共に使用するための関連付属品とを含む。

【0314】

(まとめ)

一般に、本発明の緩み防止反作用ワッシャは、動力工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形を有する外側端と、中央孔から外側の領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する下面と、中央孔に向かう領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する上面とを含む。摩擦係数増加処理手段は、中央孔を取り囲んでいる。言い換えれば、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は外側部分の周りに配置され、下面の幅よりも小さい幅まで中央孔に向かって内側に延在し、上面は内側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は内側部分の周りに配置され、中央孔から外側に延在して上面の幅よりも小さい幅になる。言い換えれば、外側端はワッシャ半径を画定し、中央孔は空隙半径を画定し、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は外側部分の周りに配置され、中央孔に向かって内側に延在して空隙半径よりも大きい内径を画定し、上面は内側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、内側部分の周りに配置され、中央孔から外側に延在して、空隙半径よりも大きいワッシャ半径よりも小さい外側半径を画定する。

【0315】

直接張力指示反作用ワッシャは、電動工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、中央孔から外側の領域にバイアスされた別個の窪み及び摩擦係数増加処理手段を有する下面と、別個の隆起が構成された上面とを含む。換言すれば、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、外側部分の周りに配置され、下面の幅よりも小さい幅まで中央孔に向かって内側に延びる。言い換えれば、外側端はワッシャ半径を画定し、中央孔は空隙半径を画定し、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、外側部分の周りに配置され、中央孔に向かって内側に延在して、空隙半径よりも大きい内

径を画定する。

【0316】

緩み防止直接張力指示反作用ワッシャは、電動工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、中央孔から外側の領域にバイアスされた別個のくぼみ及び摩擦係数増加処理手段を有する下面と、中央孔に向かう領域にバイアスされた別個の隆起部及び摩擦係数増加処理手段を有する上面とを含む。言い換えれば、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は外側部分の周りに配置され、下面の幅よりも小さい幅まで中央孔に向かって内側に延在し、上面は内側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は内側部分の周りに配置され、中央孔から外側に延在して上面の幅よりも小さい幅になる。言い換えれば、外側端はワッシャ半径を画定し、中央孔は空隙半径を画定し、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は外側部分の周りに配置され、中央孔に向かって内側に延在して空隙半径よりも大きい内径を画定し、上面は内側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、内側部分の周りに配置され、中央孔から外側に延在して、空隙半径よりも大きいワッシャ半径よりも小さい外側半径を画定する。

10

【0317】

本発明の緩み防止自己反作用性機械的引張ナットは、内側スリーブと、外側スリーブと、中央孔から外側に偏った領域に偏った摩擦係数増加処理手段を有する下面を有するワッシャとを含む。換言すれば、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、外側部分の周りに配置され、下面の幅よりも小さい幅まで中央孔に向かって内側に延びる。言い換えれば、外側端はワッシャ半径を画定し、中央孔は空隙半径を画定し、下面は外側部分を有し、摩擦係数増加処理手段は、外側部分の周りに配置され、中央孔に向かって内側に延在して、空隙半径よりも大きい内径を画定する。

20

【0318】

HYTORC（登録商標）・Zシステムは、以下を含む、

さまざまなタイプのナットまたはボルト頭部の下に配置されたZワッシャであって、ワッシャ／ファスナーの半径係合差など、複数の形状、サイズ、形状、セレーションの係合する周囲を持ち、及びさまざまなタイプ、サイズ、場所の摩擦係数増加処理手段など、フランジ表面に対しては比較的高い摩擦とナットに対しては比較的低い摩擦を有する摩擦バイアス面を備えるZワッシャと、較正されたトルクに対して高速ランダウンを組み合わせ、強力な間欠（インパクト、振動、超音波など）メカニズムと正確なトルクマルチプライヤを同じく工具に組み込むHYTORC（登録商標）・Zガンと、Zワッシャ上で反作用する外側スリーブと、ナット又はボルト頭部を回す内側スリーブを有する、二重駆動同軸作用及び反作用を有するHYTORC（登録商標）・Zソケットと、AVANTIおよびICEスクエアドライブシステム、STEALTHリミテッドクリアランスシステム、空気圧JGUNシリーズを含むHYTORC（登録商標）トルク／張力システムを備える下位互換性のためのHYTORC（登録商標）・Zスプラインアダプタ及び反作用プレートと、FLASHガン及びリチウムシリーズ電気マルチプライヤなど、両面摩擦機能強化面ワッシャ及び／又はジョイントの反対側のナットまたはボルト頭部の下の対抗トルク用のHYTORC（登録商標）・Zナット／ボルトを含む、HYTORC（登録商標）・ZワッシャとHYTORC（登録商標）・Z両面摩擦ワッシャの組み合わせと、HYTORC（登録商標）のトルク／張力システムを使用したタイトクリアランスのためのHYTORC（登録商標）・Z二重駆動オフセットリンクと、それらに適用されるHYTORC（登録商標）・Z振動メカニズムと、Z・Squirrelワッシャと、Z・DTIワッシャと、HYTORC（登録商標）・Zワッシャおよびナットアセンブリと、テーパ付き締結具アセンブリと、テーパねじりカップリングと、二部品テーパナットアセンブリと、二部品テーパねじナットアセンブリと、HYTORC（登録商標）・Anti-Loosening・Zワッシャ、ナットおよびスマートアセンブリ、それらの任意の組合せを含む。

30

40

【0319】

上述した要素の各々、または2つ以上が一緒になって、上述したタイプとは異なる他の種類の構成にも有用な用途を見出すことができることが理解されるのであろう。開示され

50

た機能を実行するための手段、または開示された結果を達成するための方法または処理に関して、それらの具体的な形態で、またはそのような特徴の任意の組合せで表現された、前述の記載、または以下の特許請求の範囲、または添付の図面に開示された特徴は適宜、別々に、またはそのような特徴の任意の組合せで、本発明をその多様な形態で実現するために利用されてもよい。なお、本明細書において、番号を付した構成要素の説明には、若干の相違がある。

【0320】

本発明はトルク装置において、及び／又はトルク装置を用いて具体化されるように図示され、説明されてきたが、本発明の精神から逸脱することなく、様々な改良および構造上の変更を行うことができるので、図示された詳細に限定されることは意図されていない。

【0321】

さらなる分析なしに、前記のものは本発明の趣旨を十分に明らかにするので、従来技術の観点から本発明の全体的又は特定の態様の本質的な特徴を実際に構成する特徴を省くことなしに、他者が現在の知識を応用することにより、種々の用途にこれを容易に適合させることができる。

【0322】

本明細書および特許請求の範囲で使用される場合、用語「テーパ状」、「テーパ状」およびそれらの変形は特定の特徴、段、量、寸法、幾何学的形状および間隔が先端から他端まで、徐々に、突然、段状に、及び／又は円錐状に、一貫性がなく、変化し、狭く、減少し、減少し、小さくなり、薄くなるなどの何れかであり得ることを意味する。

【0323】

「含む (comprising)」、「含む (including)」、「有する (having)」、及びこれらのバリエーションは、本明細書及び特許請求の範囲において使用される時には、指定された特徴、工程、又は整数が含まれることを意味する。これらの用語は他の特徴、工程、又は構成部分の存在を排除するものとして解釈してはならない。なお、本発明の態様（構成）として以下に示すものがある。

[態様1]

ねじ締結具の締め付け又は緩みによって発生する対抗トルクを受けるための緩み防止反作用ワッシャであって、

動力工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、

中央孔から外側の領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する下面と、

前記中央孔に向かう領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する上面と、
を有する緩み防止反作用ワッシャ。

[態様2]

前記摩擦係数増加処理手段は前記中央孔を取り囲むことを特徴とする態様1に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様3]

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周りに配置され、前記下面の幅よりも小さい幅まで前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分の周りに配置され、前記中央孔から前記上面の幅よりも小さい幅まで外側に延在する、前記上面と、

を含む態様1又は2に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様4]

ワッシャ半径を画定する前記外側端と、

空隙半径を画定する前記中央孔と、

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周りに配置され、前記空隙半径よりも大きい内径を画定するように前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分の周りに配置され、前記中央孔から外側に延在して、前記空隙半径よりも大きい前記ワッシャ半径よりも小さい外側半径を画定する、前記上面と、
を含む態様 1 ～ 3 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 5]

前記上面および前記下面が実質的に平坦である態様 1 ～ 4 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 6]

前記上面の摩擦係数増加処理手段は、前記下面の摩擦係数増加処理よりも大きい表面領域を有することを特徴とする態様 1 ～ 5 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

10

[態様 7]

前記下面の摩擦係数増加処理手段は前記外側端に向かって選択的にバイアスされ、前記上面の摩擦係数増加処理手段は前記中央孔に向かって選択的にバイアスされる、態様 1 ～ 6 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 8]

前記下面の摩擦係数増加処理手段は前記外側端に向かう領域において不連続にバイアスされ、前記上面の摩擦係数増加処理手段は前記中央孔に向かう領域において不連続にバイアスされる、態様 1 ～ 7 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 9]

前記下面の摩擦係数増加処理手段は、前記中央孔またはその近傍に配置されず、前記上面の摩擦係数増加処理手段は前記外側端またはその近傍に配置されない、態様 1 ～ 8 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

20

[態様 10]

前記摩擦係数増加処理手段が、粗面、多角形表面、スプライン、ローレット、スパイク、溝、スロット、突出点またはコーナー、他のそのような突出部、またはそれらの任意の組合せの何れかを含む、態様 1 ～ 9 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 11]

前記下面の有効摩擦半径が、前記ねじ締結具の有効摩擦半径よりも大きく、前記上面の有効摩擦半径が前記ねじ締結具の有効摩擦半径よりも小さい、態様 1 ～ 10 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

30

[態様 12]

前記下面の摩擦係数増加処理手段はナットまたはボルト頭部の実効摩擦半径を実質的に超えて配置され、前記上面の摩擦係数増加処理手段はナットまたはボルト頭部の実効摩擦半径内に実質的に配置される、態様 1 ～ 11 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 13]

前記下面は、前記中央孔と前記摩擦係数増加処理手段との間に構成された平滑面を含むことを特徴とする態様 1 ～ 12 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャ。

[態様 14]

ねじ締結具の締め付けまたは緩めによって発生する対抗トルクを受け取るための直接張力指示反作用ワッシャであって、

40

動力工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、

中央孔から外側の領域にバイアスされた分離したくぼみおよび摩擦係数増加処理手段を有する下面と、

個々の隆起を有する上面と、

を含む直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 15]

前記摩擦係数増加処理手段は前記中央孔を取り囲む、態様 14 に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 16]

外側部分を有する下面を含み、前記摩擦係数増加処理手段が、前記外側部分の周りに配置

50

され、前記下面の幅よりも小さい幅まで前記中央孔に向かって内側に延在する、態様 1 4 ~ 1 5 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 1 7]

ワッシャ半径を規定する前記外側端と、

空隙半径を規定する前記中央孔と、

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周りに配置され、前記空隙半径よりも大きい内径を画定するように前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

を含む、態様 1 4 ~ 1 6 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 1 8]

前記下面が実質的に平坦である態様 1 4 ~ 1 7 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 1 9]

複数の離散的な隆起を有する上面と、

複数の分離したくぼみを有する下面と、

を備える、態様 1 4 ~ 1 8 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 0]

分離したくぼみのそれぞれは、隆起の 1 つに反対して構成されるか、または隆起の 1 つからオフセットして構成される、態様 1 4 ~ 1 9 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 1]

前記隆起は、前記直接張力指示反作用ワッシャの材料と同様の材料で態様 1 4 ~ 2 0 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 2]

分離したくぼみのそれぞれに配置された表示材料を含む、態様 1 4 ~ 2 1 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 3]

前記下面に構成された複数のチャネルを含み、各チャネルが、複数のくぼみの 1 つから前記下面の外側端に通じている、態様 1 4 ~ 2 2 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 4]

ねじ締結具の締め付け又は緩みによって発生する対抗トルクを受ける反作用ワッシャを示す緩み防止直接張力指示反作用ワッシャであって、

動力工具との回転カップリングを可能にする幾何学的形状を有する外側端と、

中央孔から外側の領域にバイアスされた個々のくぼみおよび摩擦係数増加処理手段を有する下面と、

個々の隆起と、中央孔に向かう領域においてバイアスされた摩擦係数増加処理手段とを有する上面と、

を備える、緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 5]

前記摩擦係数増加処理手段は、前記中央孔を取り囲む、態様 2 4 に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 2 6]

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周りに配置され、前記下面の幅よりも小さい幅まで前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分の周りに配置され、前記中央孔から前記上面の幅よりも小さい幅まで外側に延在する、前記上面と、

を備える、態様 2 4 ~ 2 5 の何れか一項に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

10

20

30

40

50

[態様 27]

ワッシャ半径を画定する外側端と、

空隙半径を画定する中央孔と、

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周りに配置され、前記空隙半径よりも大きい内径を画定するように前記中央孔に向かって内側に延在する、前記下面と、

内側部分を有する前記上面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記内側部分の周りに配置され、前記中央孔から外側に延在して、前記空隙半径よりも大きい前記ワッシャ半径よりも小さい外側半径を画定する、前記上面と、

を備える、態様 24～26 の何れか一項に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

10

[態様 28]

前記上面および前記下面が実質的に平坦である、態様 24～27 の何れか一項に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャ。

[態様 29]

緩み防止自己反作用性機械的張力ナットであって、

内側スリーブと、

外側スリーブと、

下面が中央孔から外側の領域にバイアスされた摩擦係数増加処理手段を有する下面を備えるワッシャと、

を備える、緩み防止自己反作用性機械的張力ナット。

20

[態様 30]

前記摩擦係数増加処理手段は前記中央孔を取り囲む、態様 29 に記載の緩み防止自己反作用性機械的張力ナット。

[態様 31]

外側部分を有する前記下面を有し、前記摩擦係数増加処理手段が、前記外側部分の周りに配置され、前記下面の幅よりも小さい幅まで前記中央孔に向かって内側に延在する、態様 29～30 の何れか一項に記載の緩み防止自己反作用性機械的張力ナット。

[態様 32]

ワッシャ半径を画定する外側端と、

空隙半径を規定する中央孔と、

外側部分を有する前記下面であって、前記摩擦係数増加処理手段は、前記外側部分の周囲に配置され、前記中央孔に向かって内側に延在して、前記空隙半径よりも大きい内径を規定する、前記下面と、

を備える、態様 29～31 の何れか一項に記載の緩み防止自己反作用性機械的張力ナット。

30

[態様 33]

締結ソケットアセンブリであって、

ナットまたはスタッド頭係合手段を有する内側端を有する内側ソケットと、

態様 1～13 の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャの、態様 14～23 の何れか一項に記載の直接張力指示反作用ワッシャの、態様 24～28 の何れか一項に記載の緩み防止直接張力指示反作用ワッシャの、又は態様 29～32 の何れか一項に記載の緩み防止自己反作用性機械的張力ナットの、何れかの外側端に係合する反作用ワッシャ係合手段を有する内側端を有する外側ソケットと、

を備え、

前記内側ソケットは実質的に前記外側ソケットの内側に配置され、前記内側ソケットと前記外側ソケットとは前記内側ソケットと前記外側ソケットとが協働して相対的に反対方向に回転することを可能にする機構で共に結合する、締結ソケットアセンブリ。

40

[態様 34]

対象物を締結するためのねじ締結具であって、

スタッドと、

スタッドとねじ係合可能に締め付けられるナットまたは緩められるナット、又はスタッド

50

に締め付けられるかまたは緩められるスタッド頭部の何れかと、
前記対象物の１つと前記ナットまたは前記ボルト頭部の何れかとの間に配置され、態様１
～１３の何れか一項に記載の緩み防止反作用ワッシャの、態様１４～２３の何れか一項に
記載の直接張力指示反作用ワッシャの、態様２４～２８の何れか一項に記載の前記緩み防
止直接張力指示反作用ワッシャの、又は態様２９～３２の何れか一項に記載の緩み防止自
己反作用性機械的張力ナットの、何れかと、
を備える、ねじ締結具。

[態様３５]

他の対象物と回転しない締結具の他の部分との間に配置されるHYTORC（登録商標）
両面摩擦ワッシャを有し、該HYTORC（登録商標）両面摩擦ワッシャは、態様１の摩
擦係数増加処理によって構成された上面及び下面を有し、他の部分の締結具が回転しない
ようにする、態様３４に記載のねじ締結具。

10

[態様３６]

回転力発生機構と、

回転力を伝達する駆動装置と、

態様３３に記載の締結ソケットアセンブリと、

を備える、態様３４～３５の何れか一項に記載のねじ締結具の締め付け、緩め、または締
め付けと緩めの両方のための反作用アームフリートルク動力工具。

[態様３７]

電氣的、油圧的又は空気圧的に駆動される、態様３６に記載の反作用アームフリートルク
動力工具。

20

[態様３８]

HYTORC（登録商標）・ICE（登録商標）、HYTORC（登録商標）・AVAN
TI（登録商標）、HYTORC（登録商標）・STEALTH（登録商標）、HYTO
RC（登録商標）・XXI（登録商標）、HYTORC（登録商標）・jGUN（登録商
標）、HYTORC（登録商標）・FLIP-Gun（登録商標）、HYTORC（登録
商標）・THRILL（登録商標）ガン、HYTORC（登録商標）・Z（登録商標）ガ
ン、HYTORC（登録商標）・FLASH（登録商標）ガン、またはHYTORC（登
録商標）・Lithium・Series（登録商標）ガンの何れかを備える、態様３６
に記載の反作用アームフリートルク動力工具。

30

[態様３９]

態様３４～３５の何れか一項に記載のねじ締結具と、

態様３６～３８の何れか一項に記載の反作用アーム・フリートルク動力工具と、

を備える、対象物を締結するためのシステム。

[態様４０]

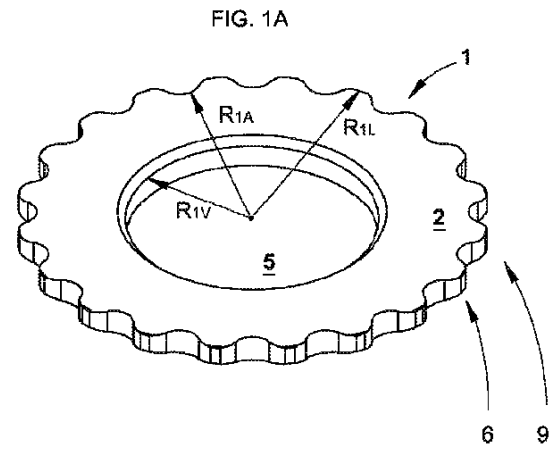
本明細書に記載され、及び／又は添付の図面を参照し、及び／又は添付の図面に示される
、任意の新規な特徴または特徴の新規な組み合わせ。

40

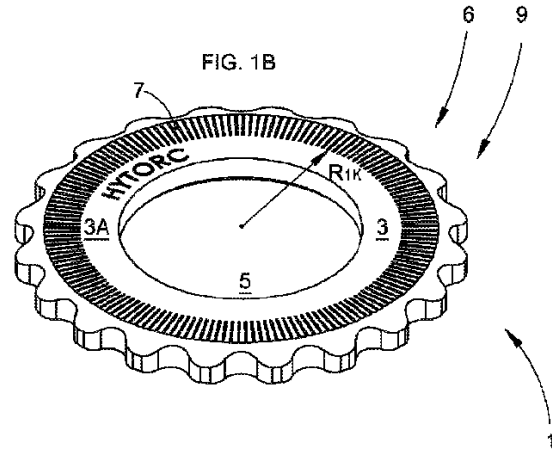
50

【図面】

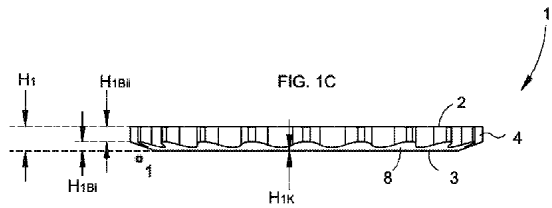
【図 1 A】



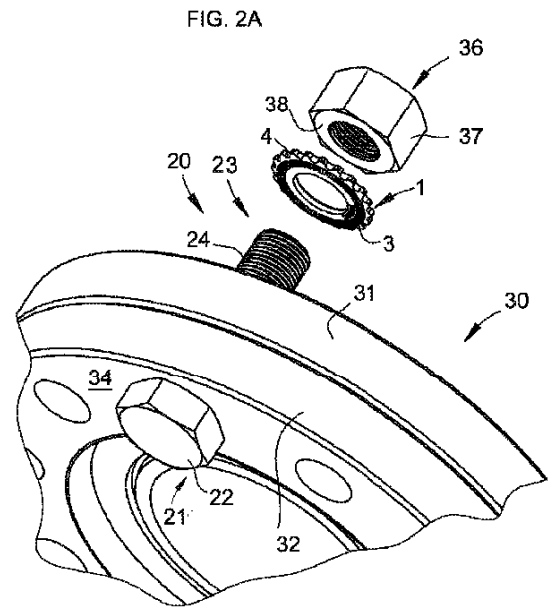
【図 1 B】



【図 1 C】



【図 2 A】



10

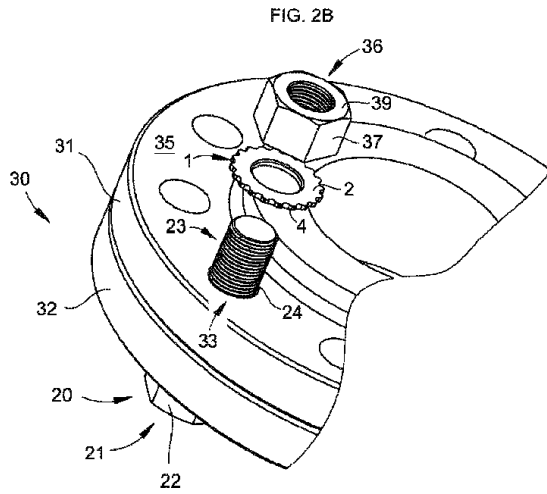
20

30

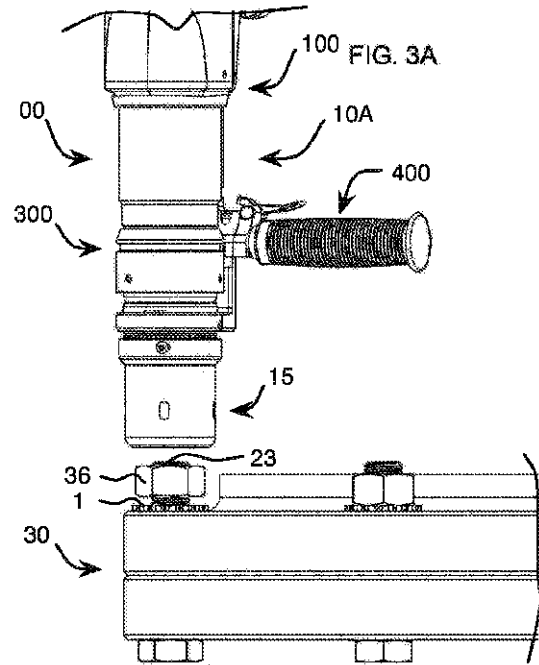
40

50

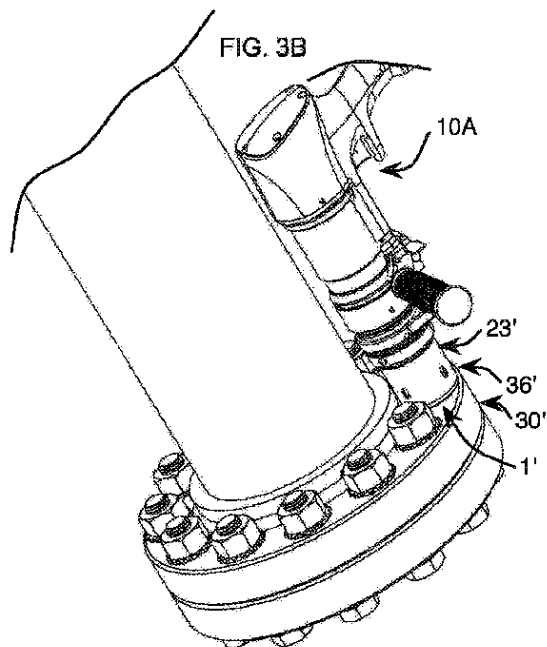
【図 2 B】



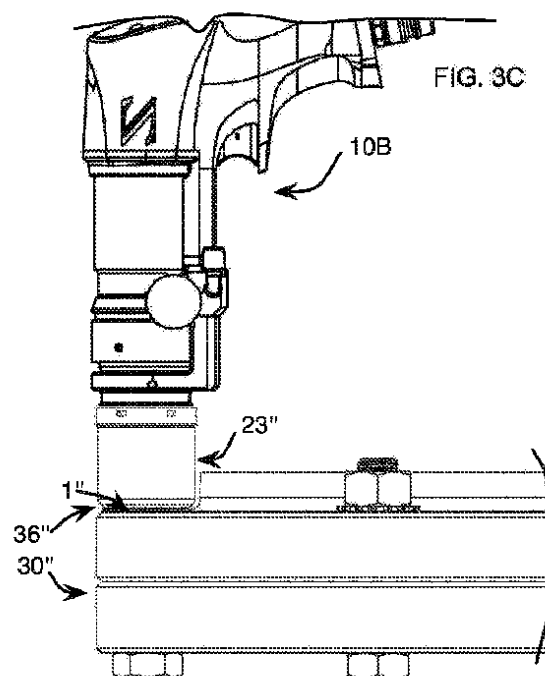
【図 3 A】



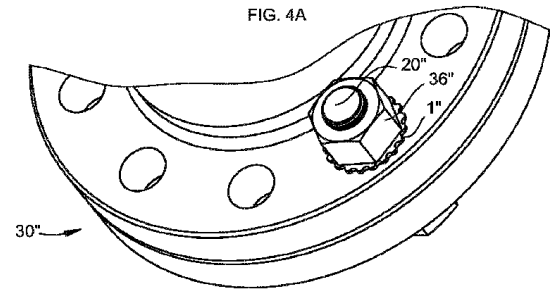
【図 3 B】



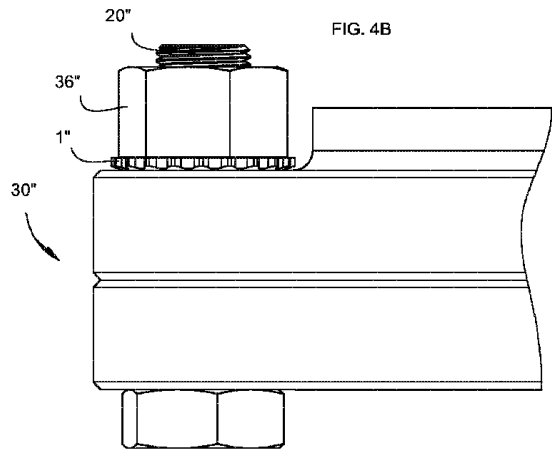
【図 3 C】



【図 4 A】

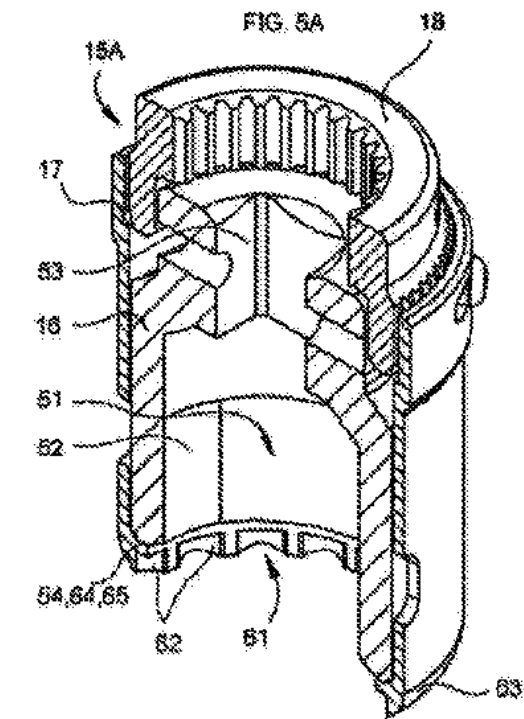


【図 4 B】

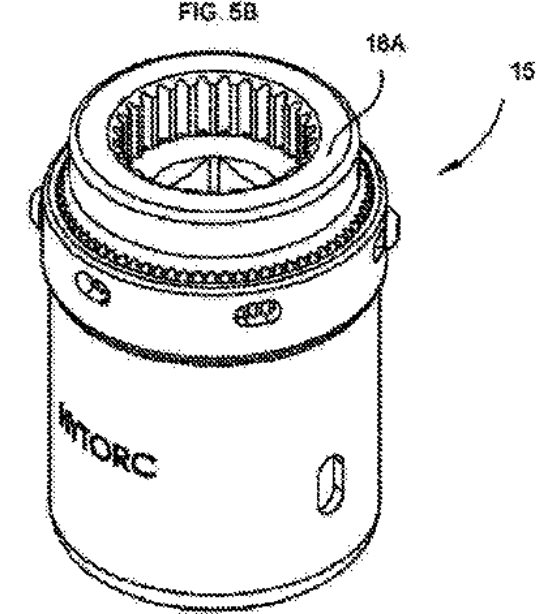


10

【図 5 A】



【図 5 B】



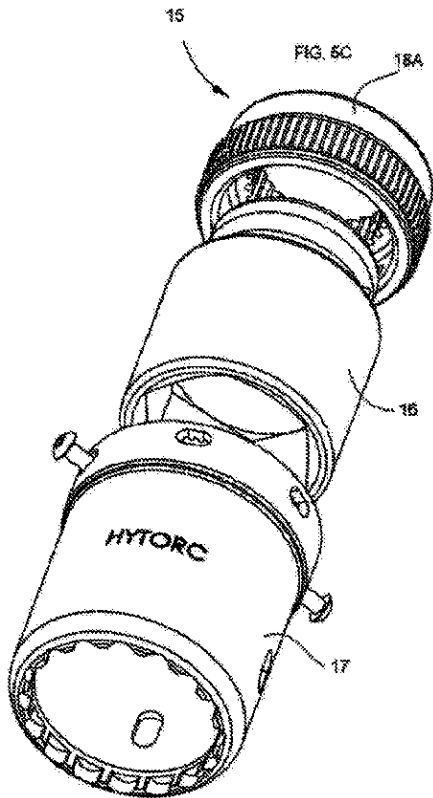
20

30

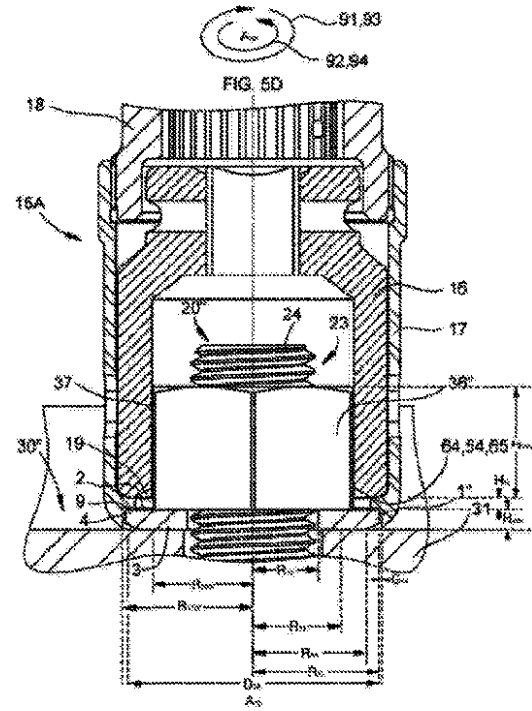
40

50

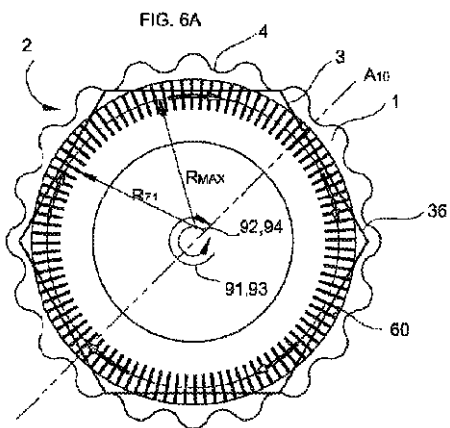
【図 5 C】



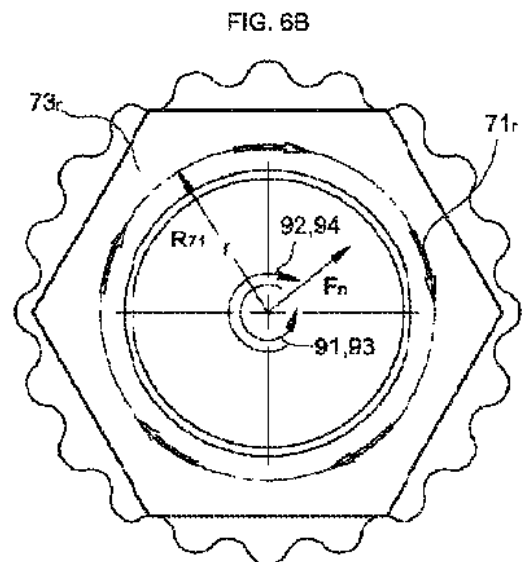
【図 5 D】



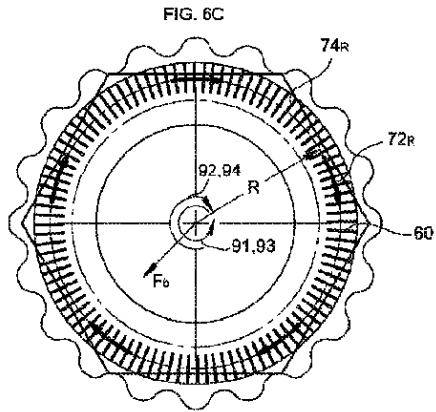
【図 6 A】



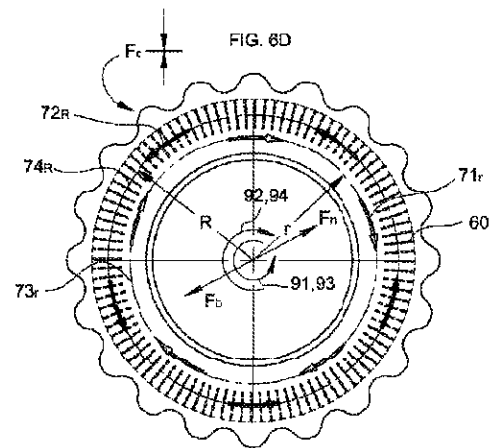
【図 6 B】



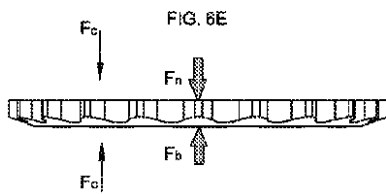
【図 6 C】



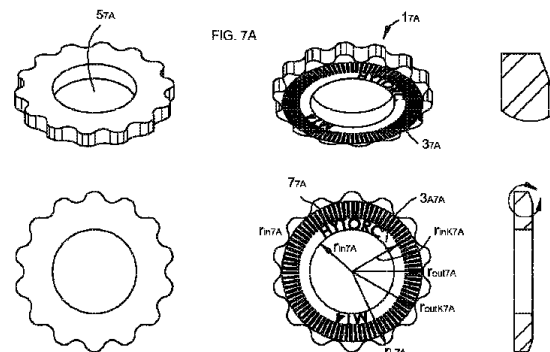
【図 6 D】



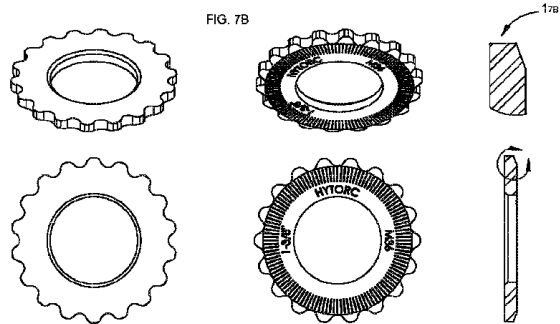
【図 6 E】



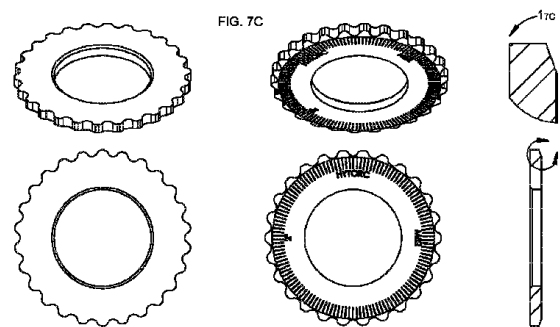
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 7 C】



10

【図 8 A】

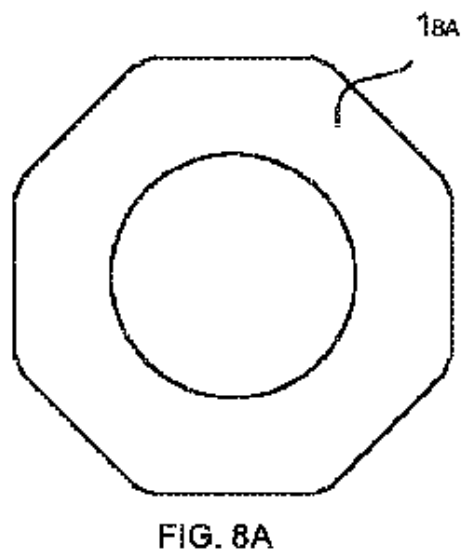


FIG. 8A

【図 8 B】

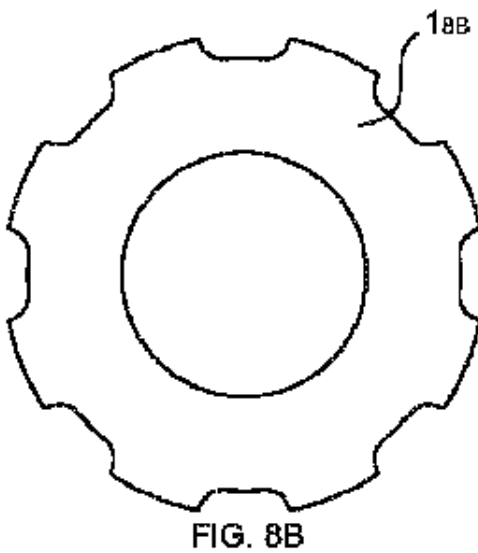


FIG. 8B

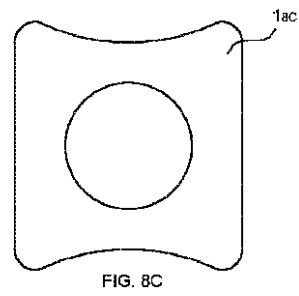
20

30

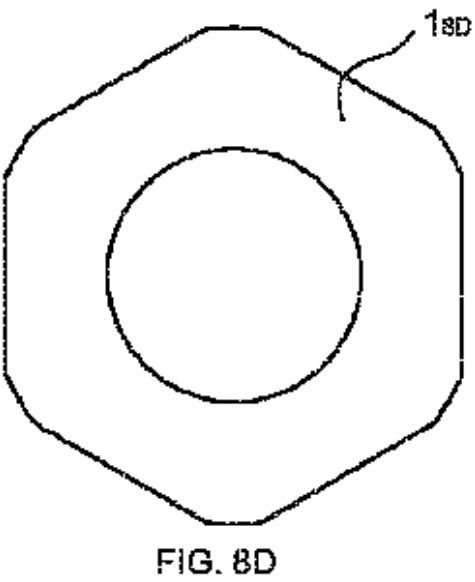
40

50

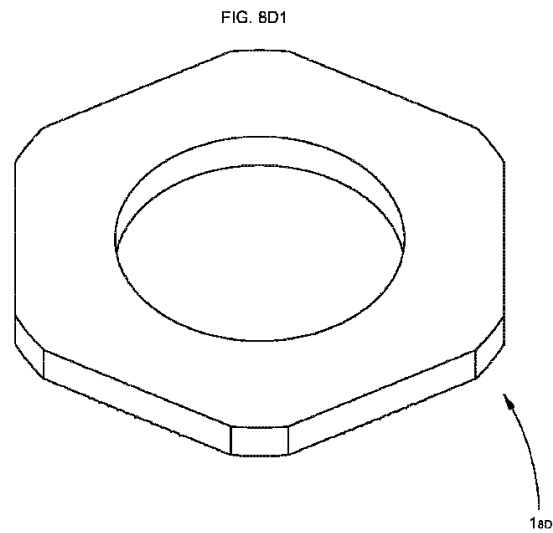
【図 8 C】



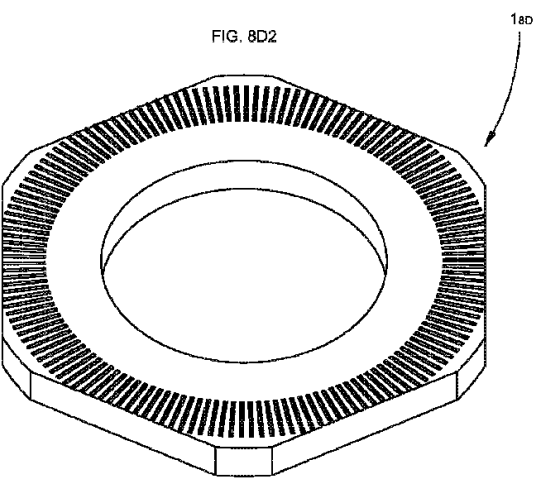
【図 8 D】



【図 8 D 1】



【図 8 D 2】



10

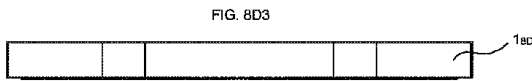
20

30

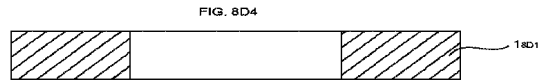
40

50

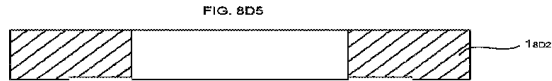
【図 8 D 3】



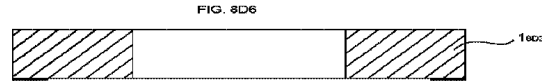
【図 8 D 4】



【図 8 D 5】

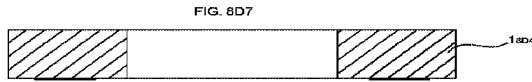


【図 8 D 6】

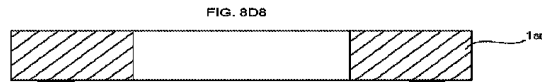


10

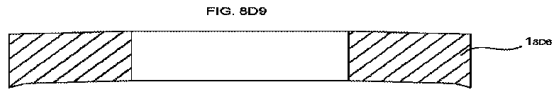
【図 8 D 7】



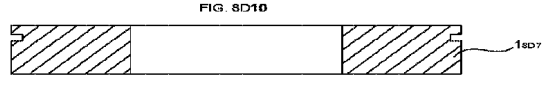
【図 8 D 8】



【図 8 D 9】



【図 8 D 1 0】



20

30

40

50

【図 8 E】

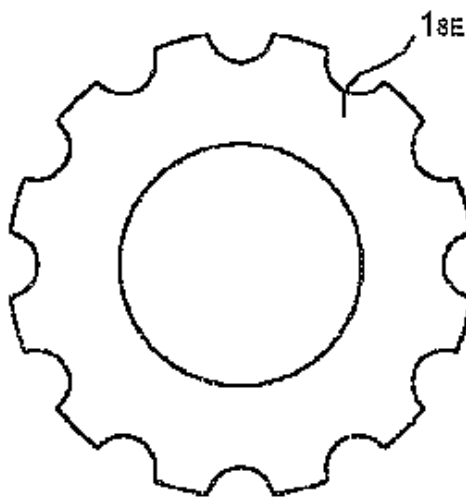


FIG. 8E

【図 8 F】

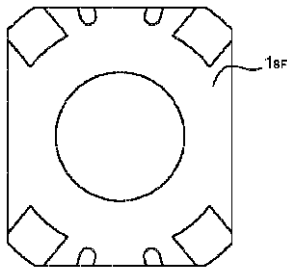


FIG. 8F

【図 8 G】

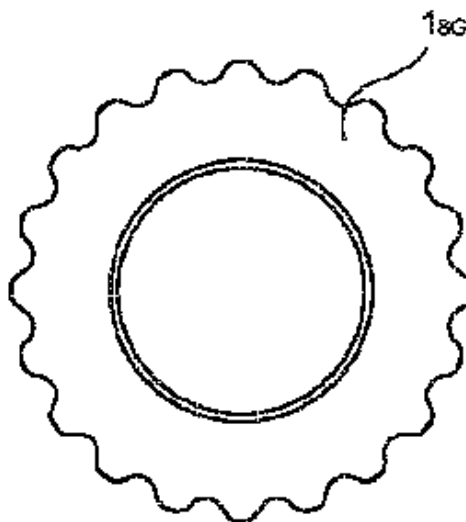


FIG. 8G

【図 8 H】

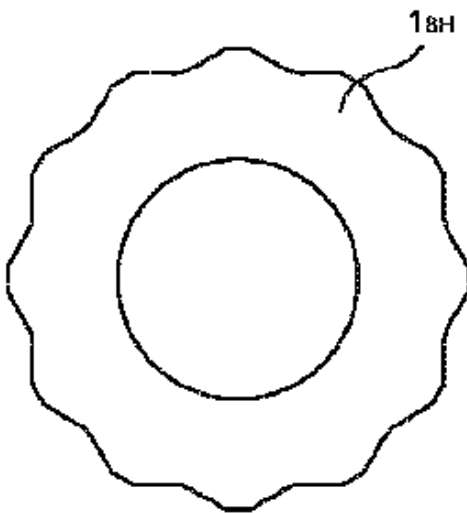


FIG. 8H

10

20

30

40

50

【図 8 I】

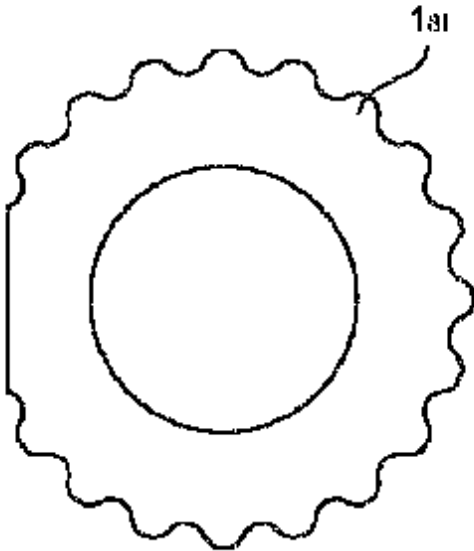


FIG. 8I

【図 8 J】

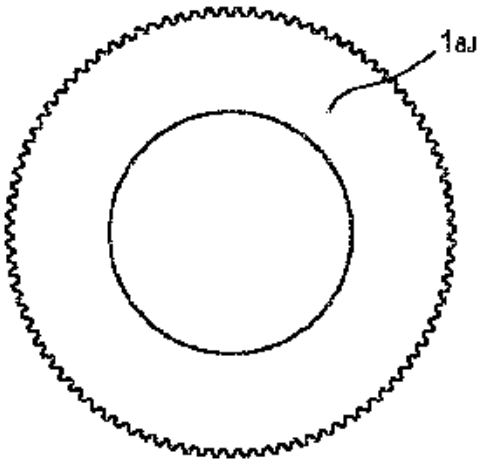


FIG. 8J

【図 8 K】

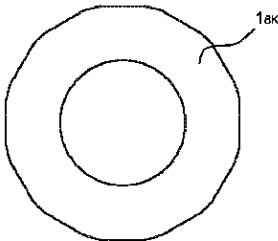


FIG. 8K

【図 8 L】

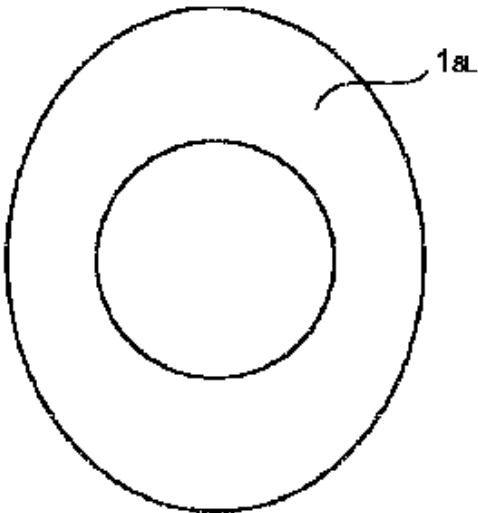


FIG. 8L

10

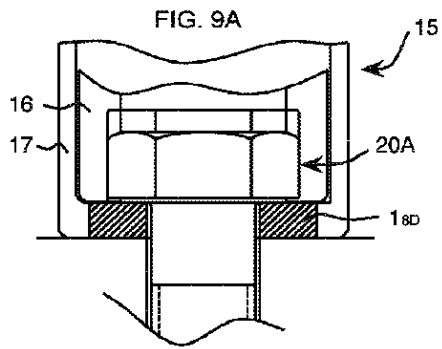
20

30

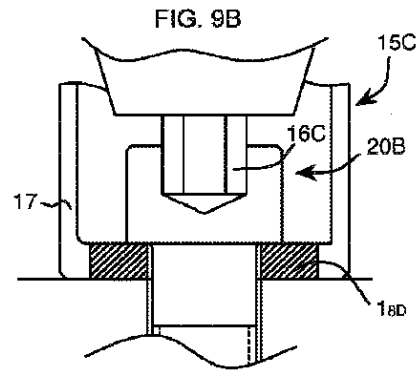
40

50

【図 9 A】

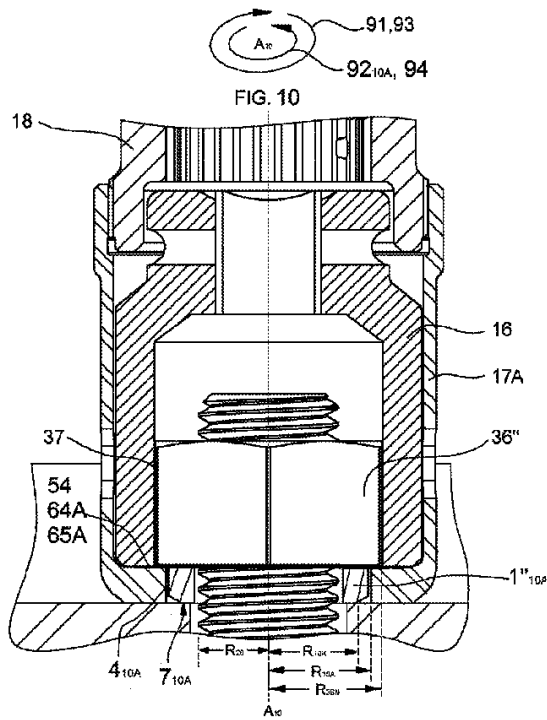


【図 9 B】

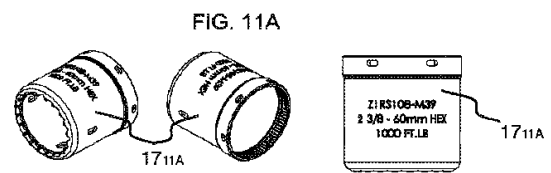


10

【図 10】



【図 1 1 A】



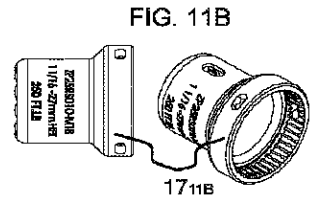
20

30

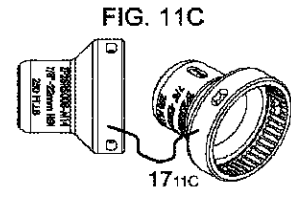
40

50

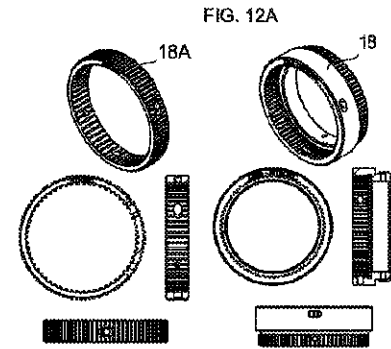
【図 1 1 B】



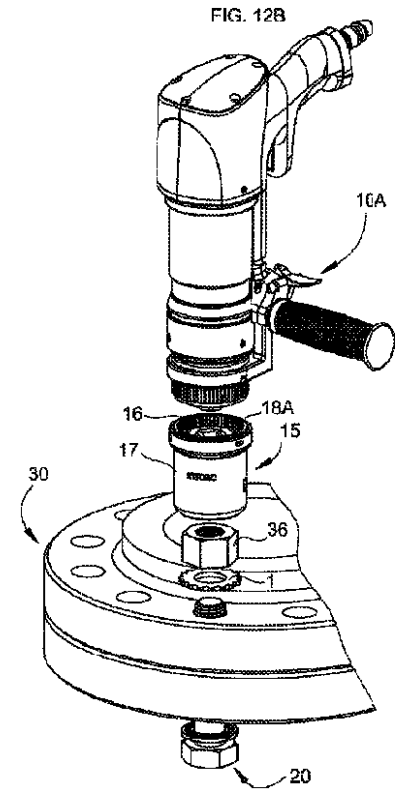
【図 1 1 C】



【図 1 2 A】



【図 1 2 B】



10

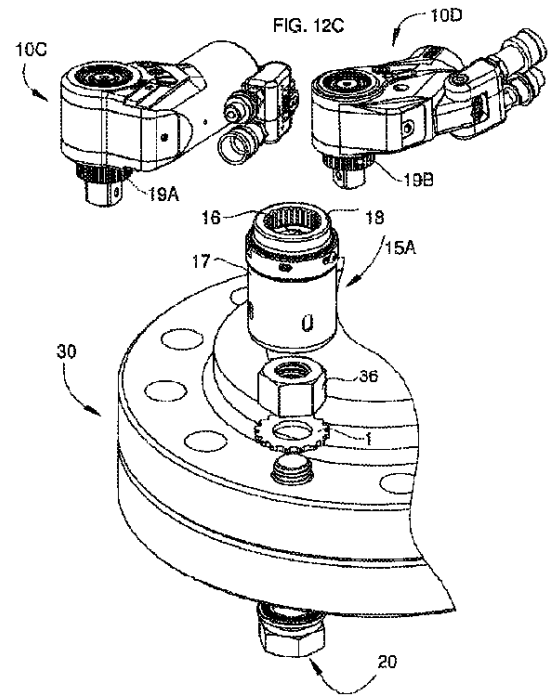
20

30

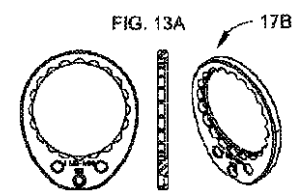
40

50

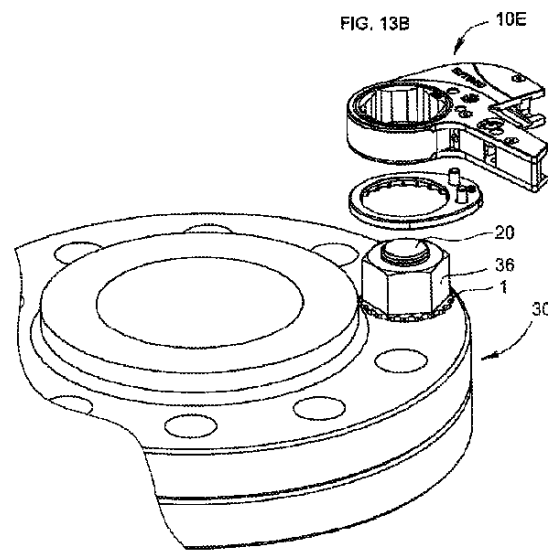
【図 1 2 C】



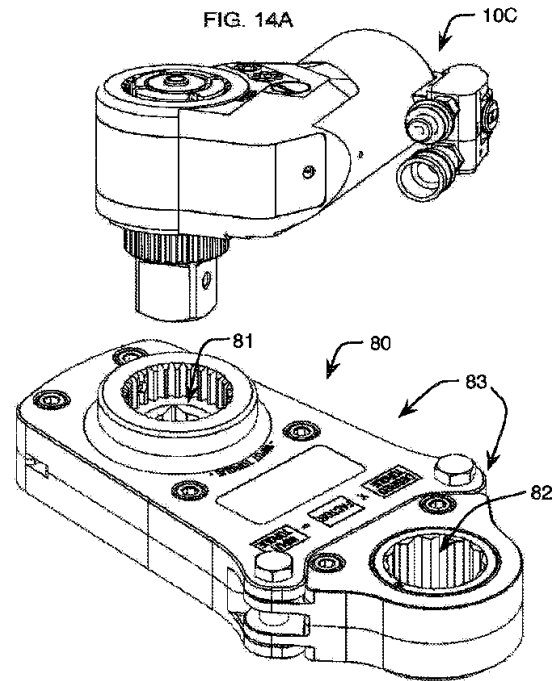
【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



【図 1 4 A】



10

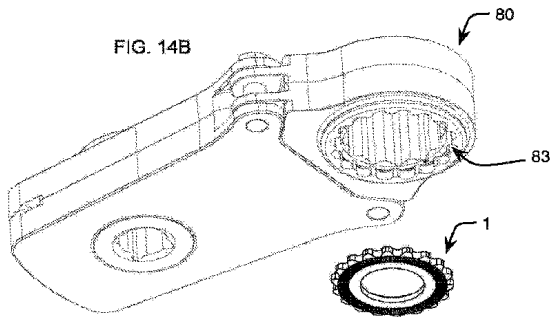
20

30

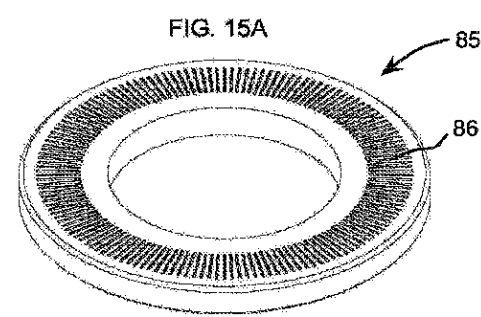
40

50

【図 1 4 B】

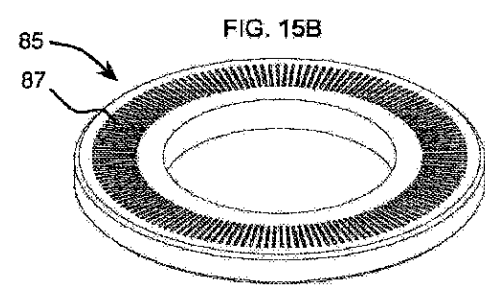


【図 1 5 A】

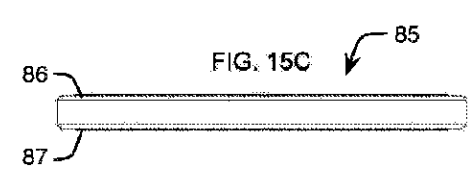


10

【図 1 5 B】

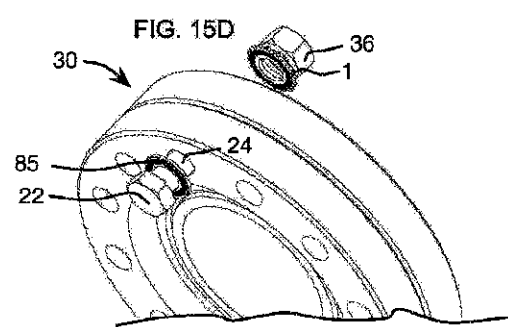


【図 1 5 C】

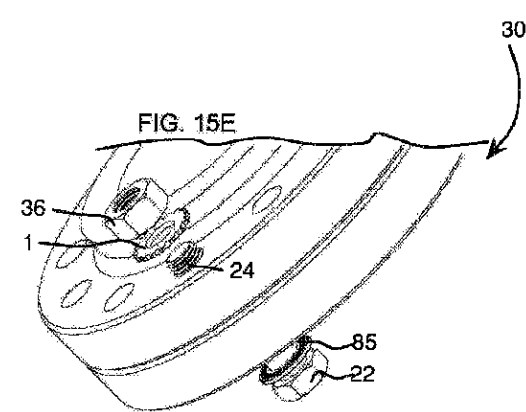


20

【図 1 5 D】



【図 1 5 E】

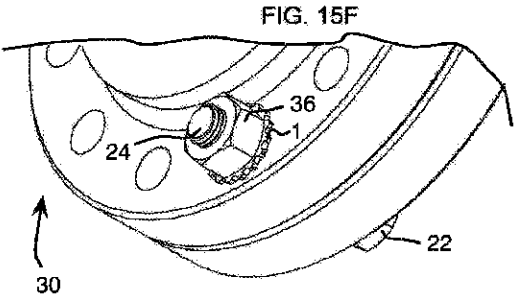


30

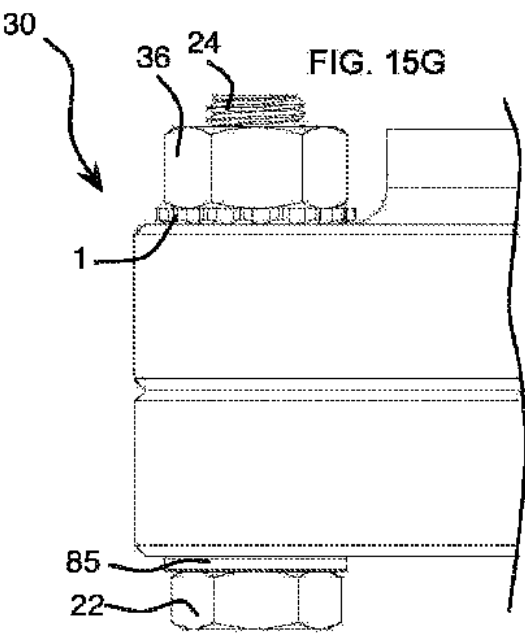
40

50

【図 15 F】



【図 15 G】



【図 15 H】

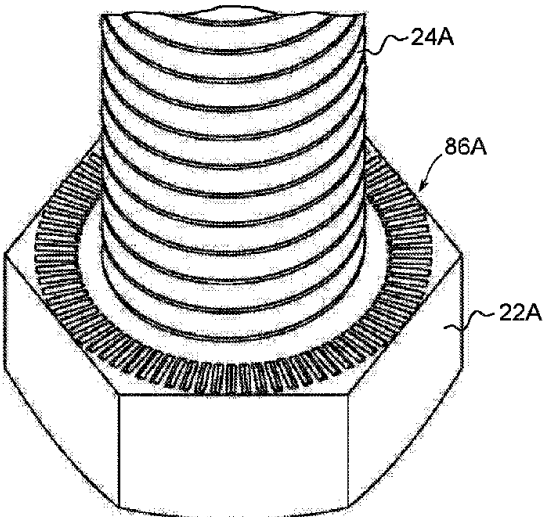


Fig. 15H

【図 15 I】

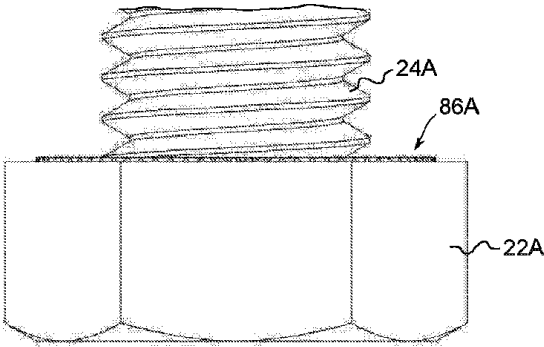


Fig. 15I

10

20

30

40

50

【図 15 J】

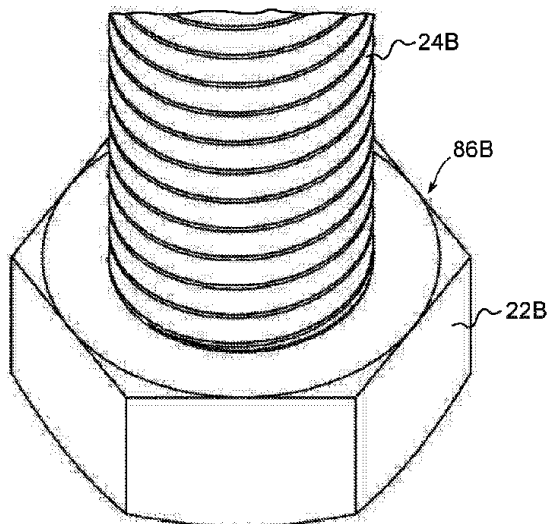


Fig. 15J

【図 15 K】

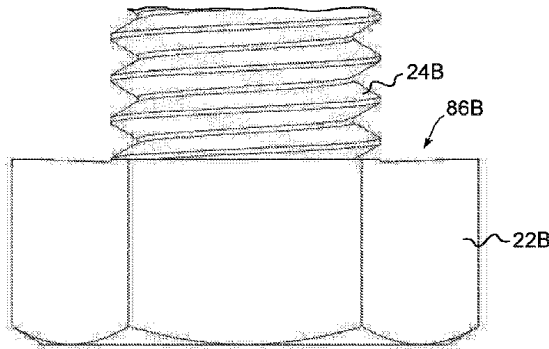


Fig. 15K

【図 16 A】

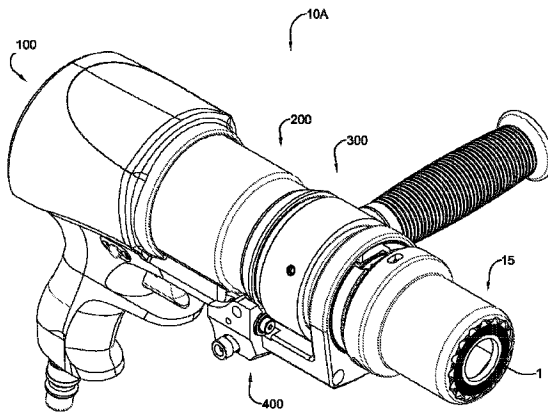


FIG. 16A

【図 16 B】

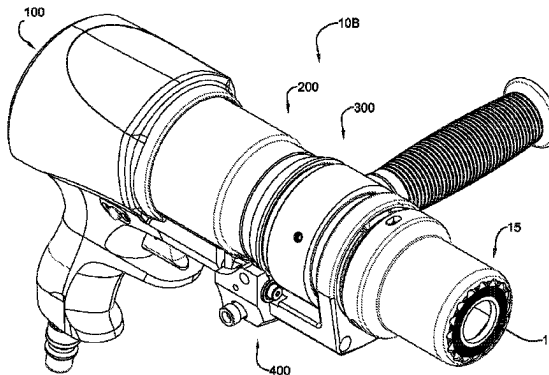


FIG. 16B

10

20

30

40

50

【図 17 A】

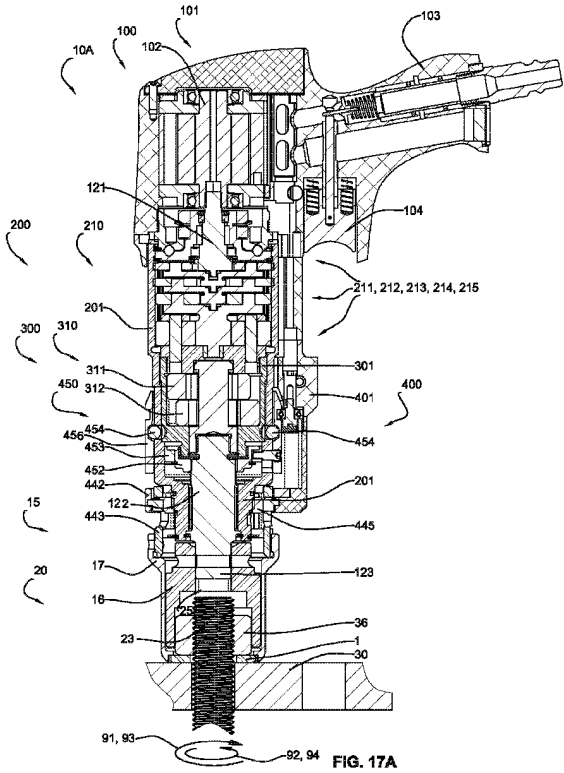


FIG. 17A

【図 17 B】

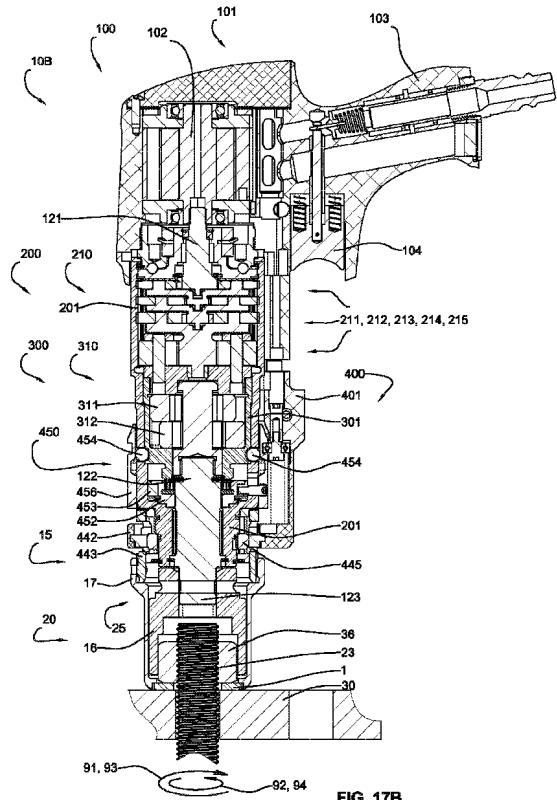


FIG. 17B

【図 18】

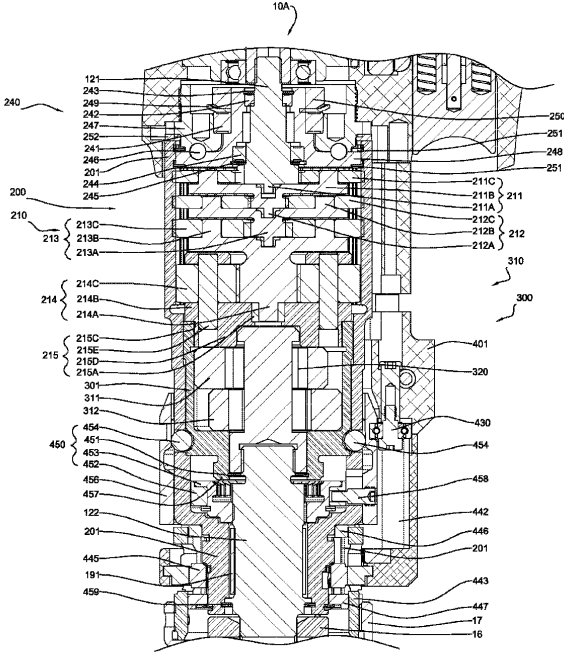


FIG. 18

【図 19】

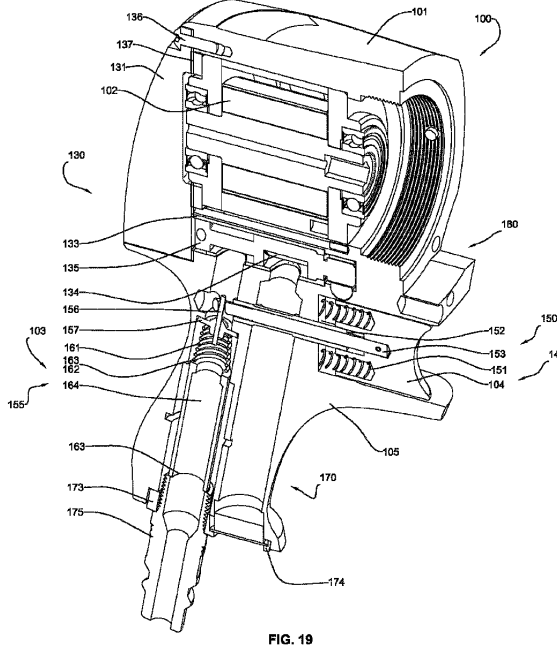


FIG. 19

【図 20】

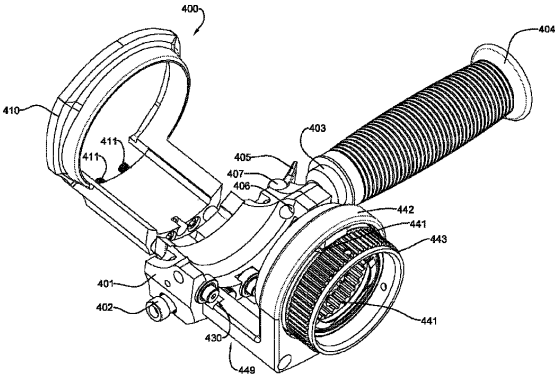


FIG. 20

【図 21 A】

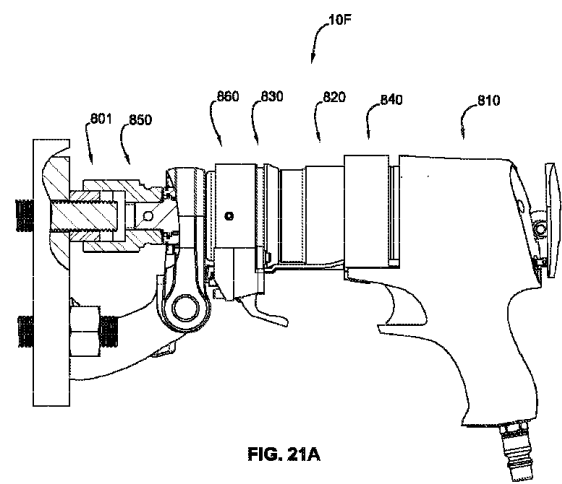


FIG. 21A

10

【図 21 B】

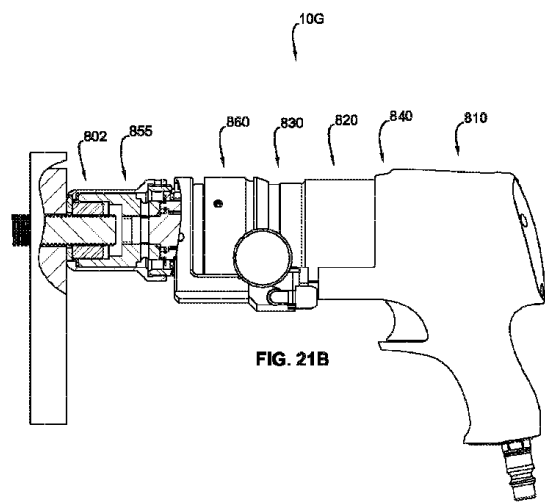


FIG. 21B

【図 22 A】

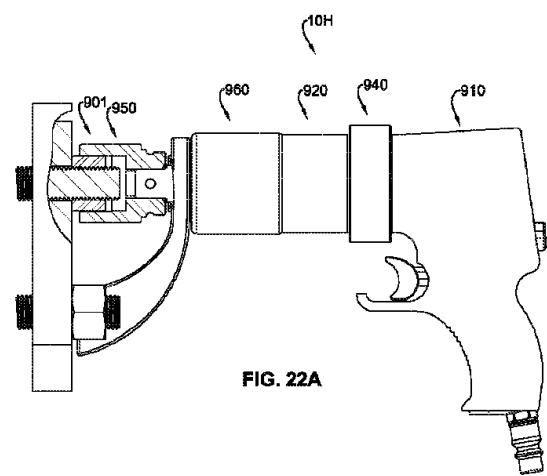


FIG. 22A

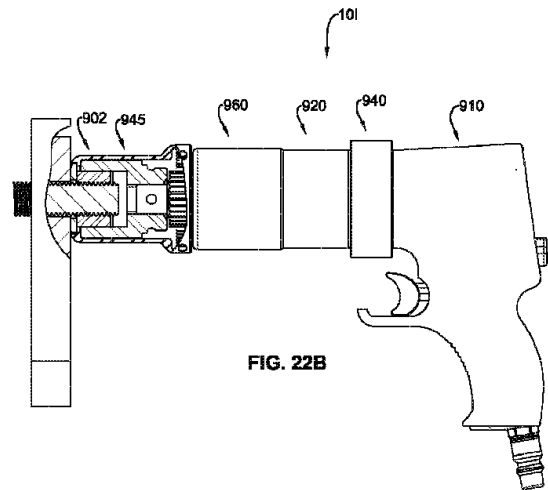
20

30

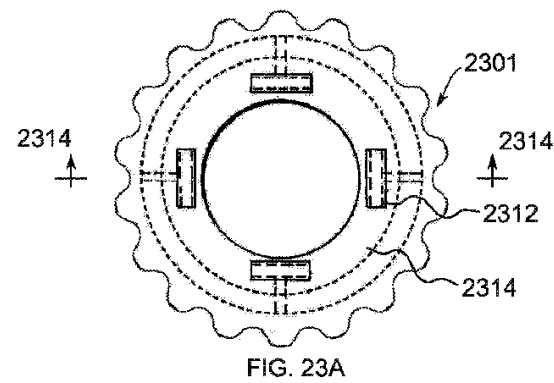
40

50

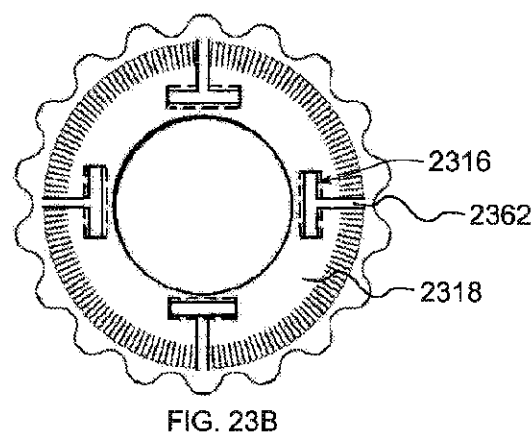
【図 2 2 B】



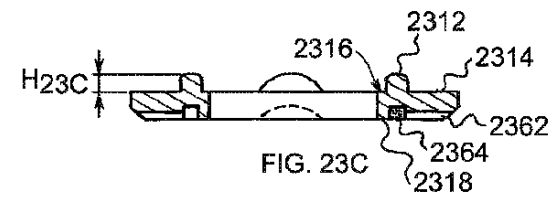
【図 2 3 A】



【図 2 3 B】



【図 2 3 C】



10

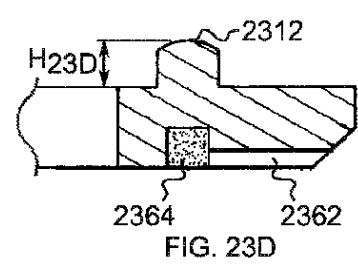
20

30

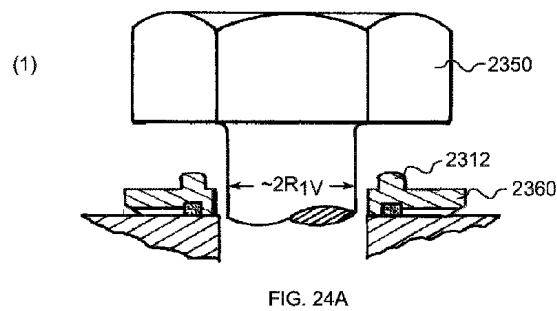
40

50

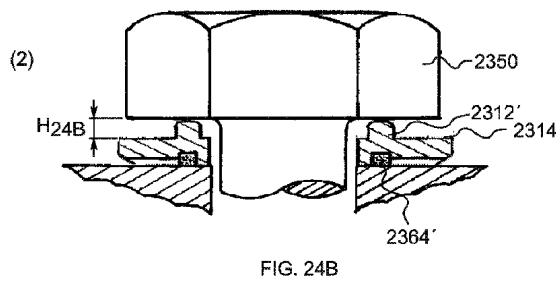
【図 2 3 D】



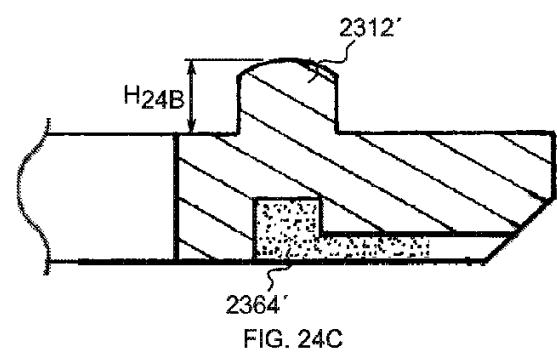
【図 2 4 A】



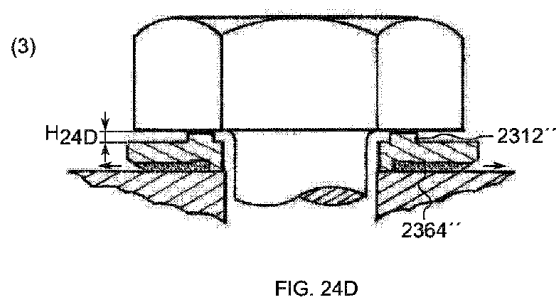
【図 2 4 B】



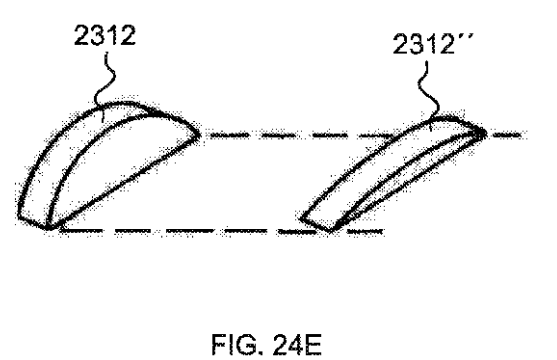
【図 2 4 C】



【図 2 4 D】



【図 2 4 E】



10

20

30

40

50

【図 2 4 F】

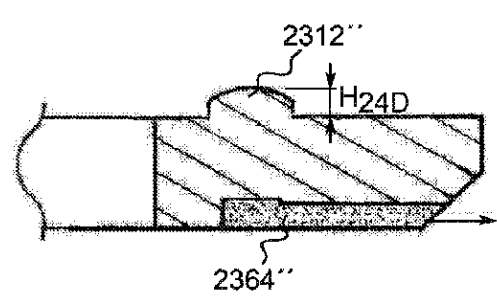
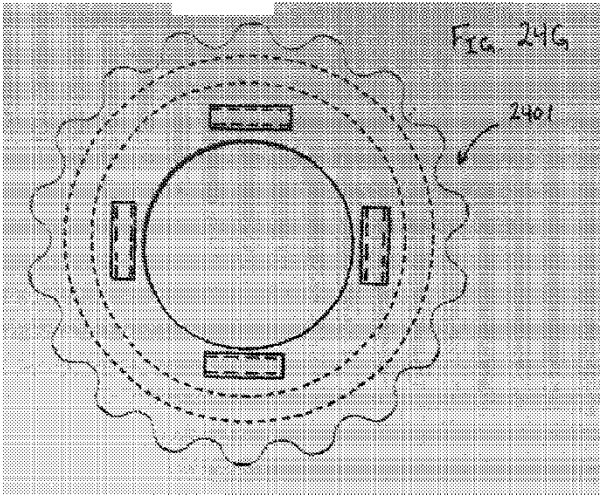


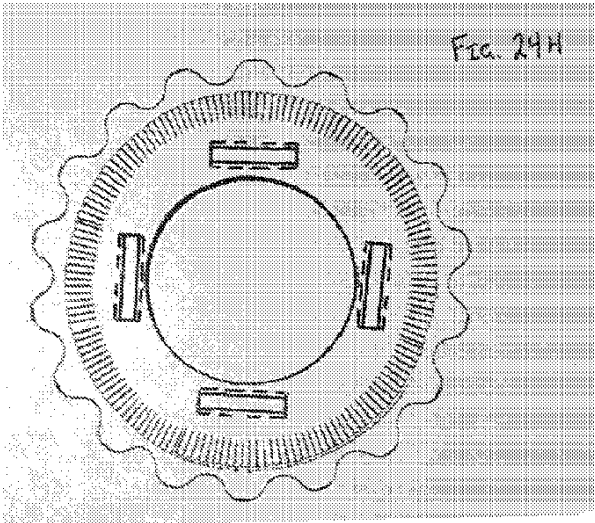
FIG. 24F

【図 2 4 G】

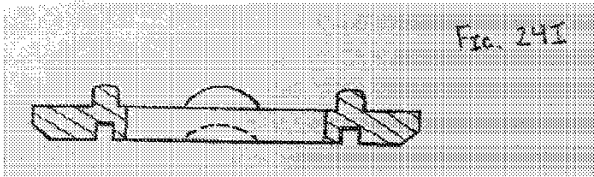


10

【図 2 4 H】



【図 2 4 I】



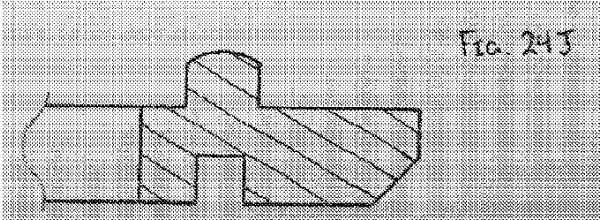
20

30

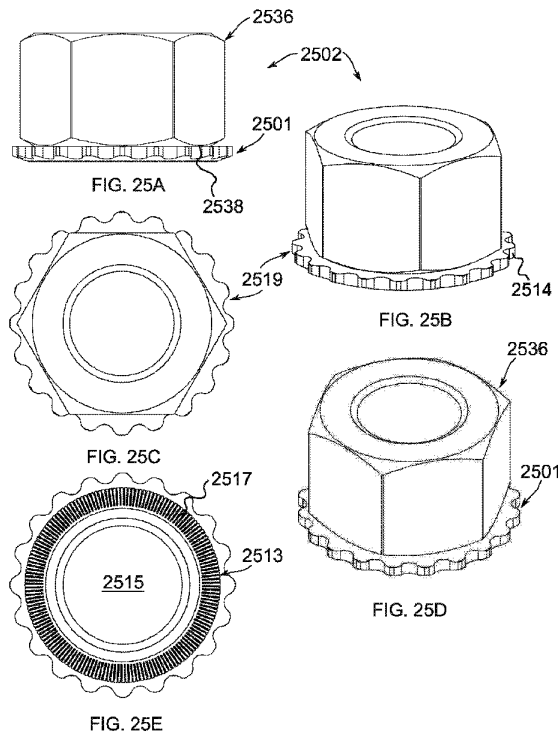
40

50

【図 2 4 J】



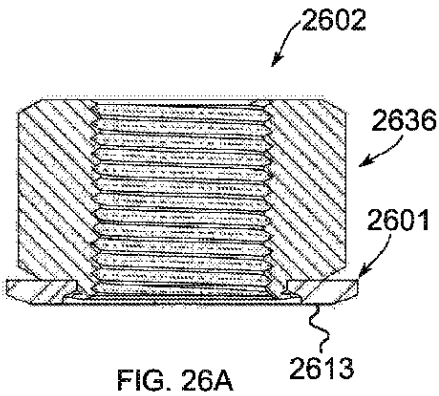
【図 2 5 A - 2 5 E】



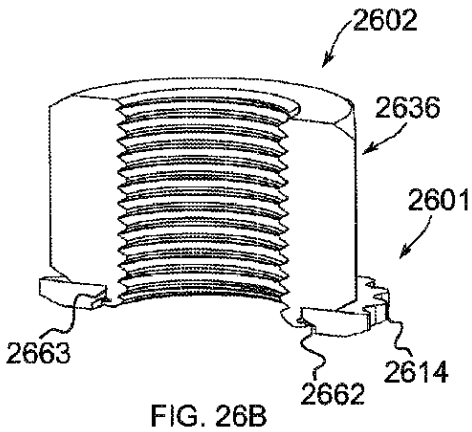
10

20

【図 2 6 A】



【図 2 6 B】

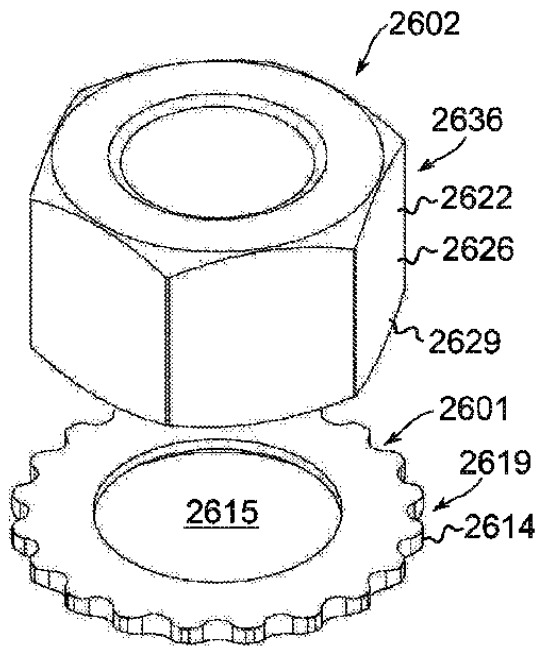


30

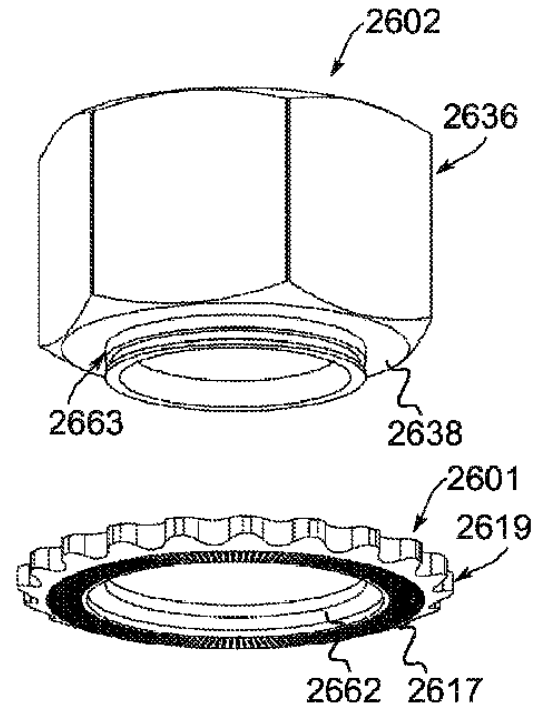
40

50

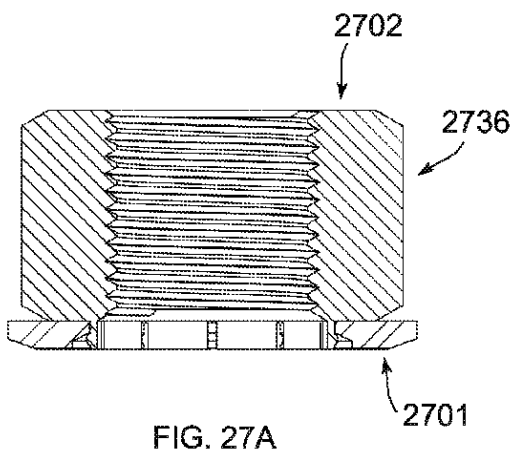
【図 26 C】



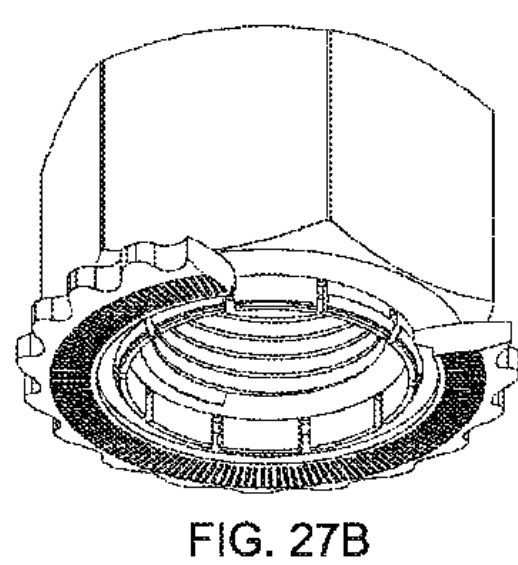
【図 26 D】



【図 27 A】



【図 27 B】



10

20

30

40

50

【図 27 C】

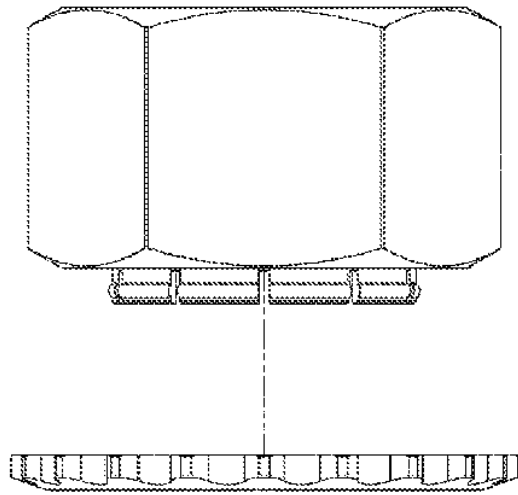


FIG. 27C

【図 27 D】

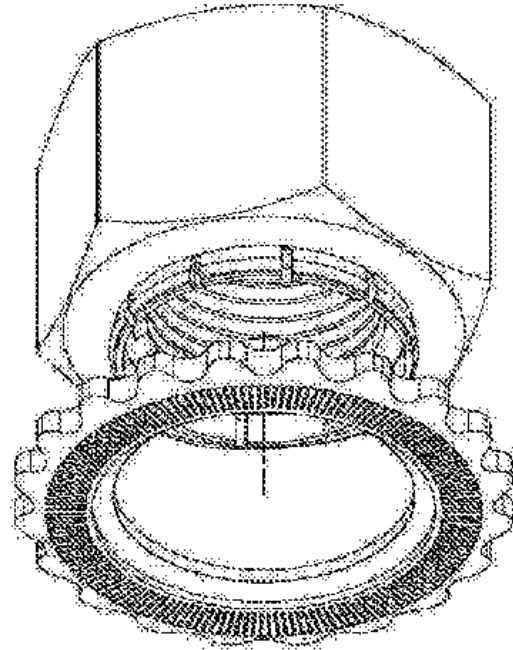


FIG. 27D

【図 28 A】

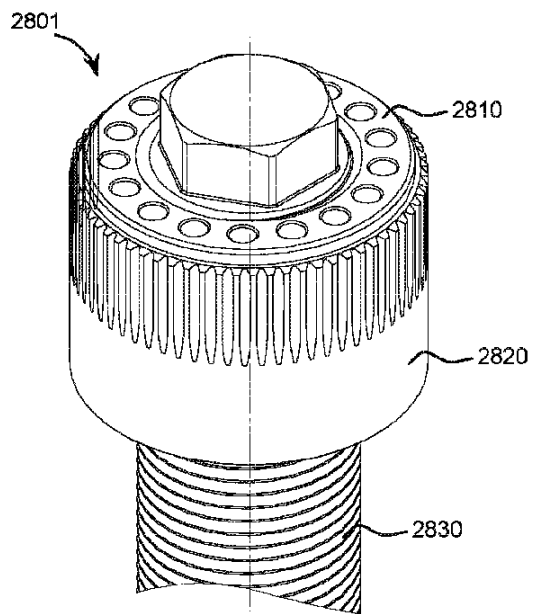


FIG. 28A

【図 28 B】

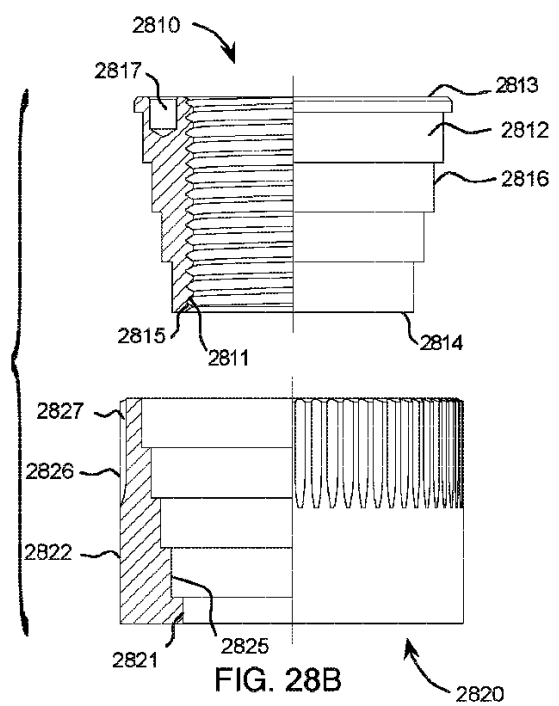


FIG. 28B

10

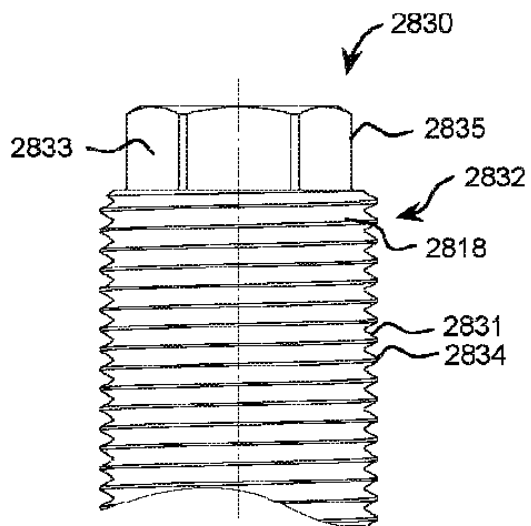
20

30

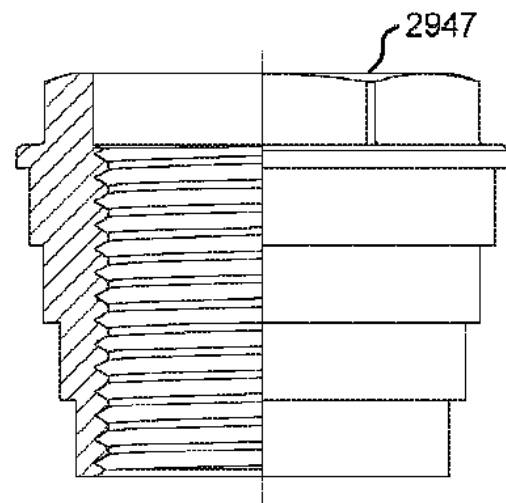
40

50

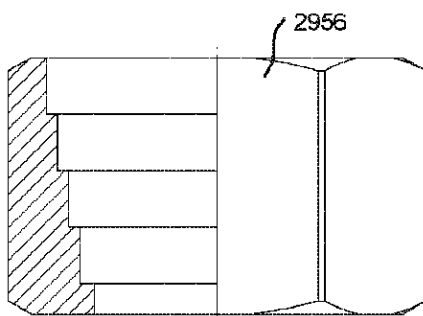
【図 28 C】



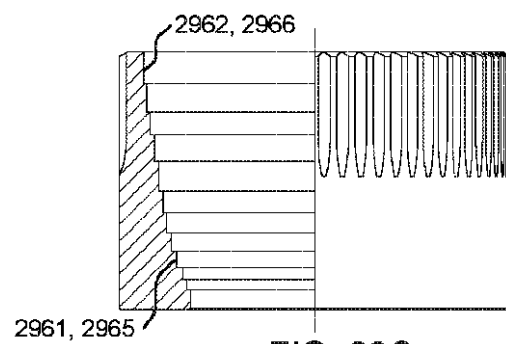
【図 29 A】



【図 29 B】



【図 29 C】



10

20

30

40

50

【図 29 D】

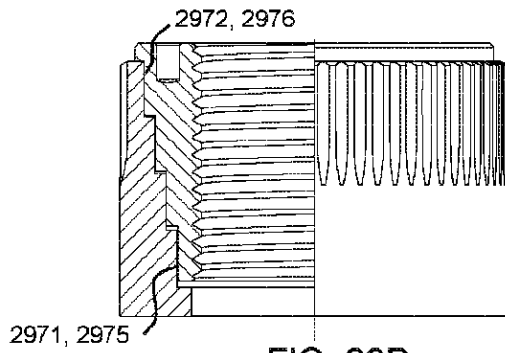


FIG. 29D

【図 29 E】

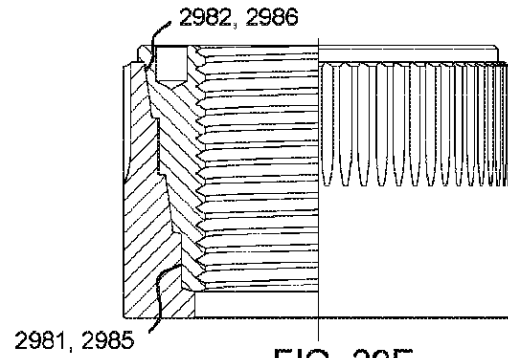


FIG. 29E

【図 29 F】

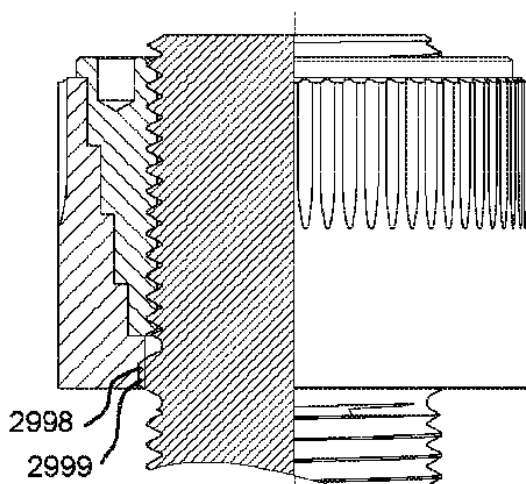


FIG. 29F

【図 30 A】

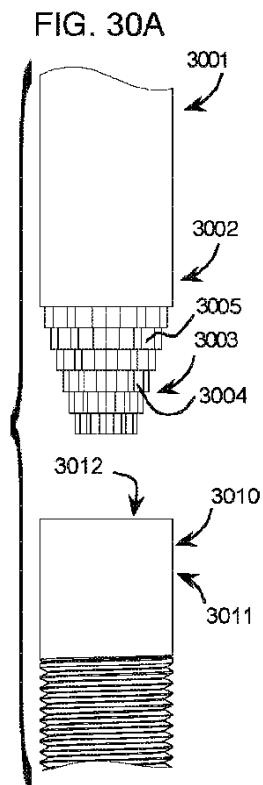


FIG. 30A

10

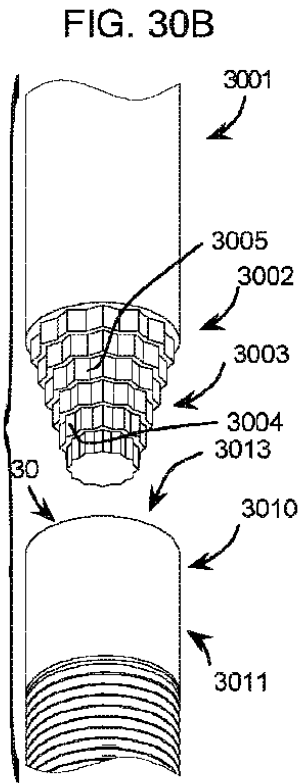
20

30

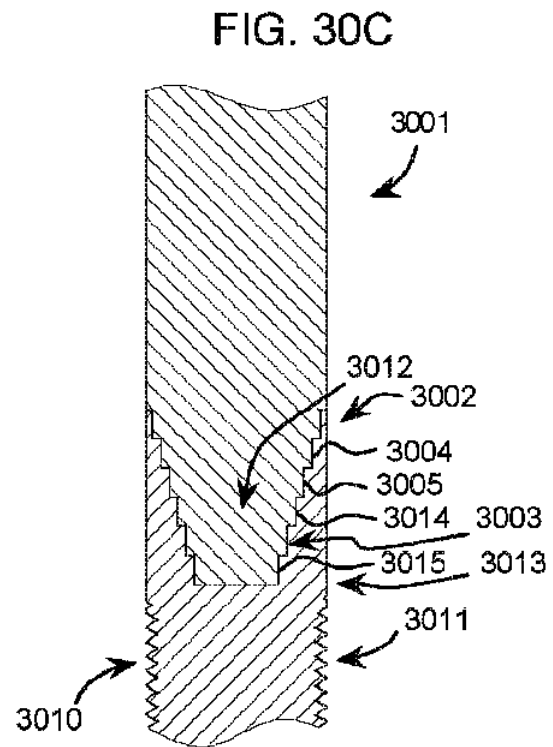
40

50

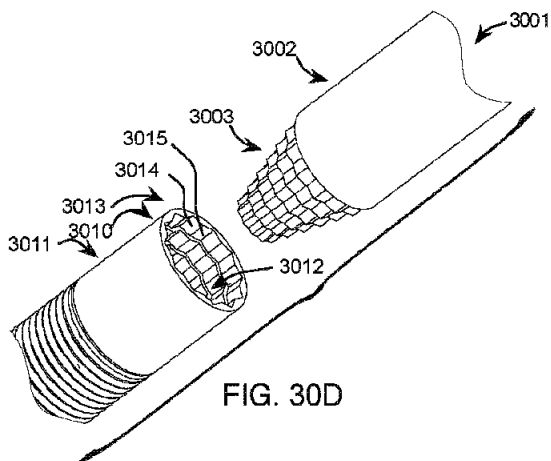
【図 30 B】



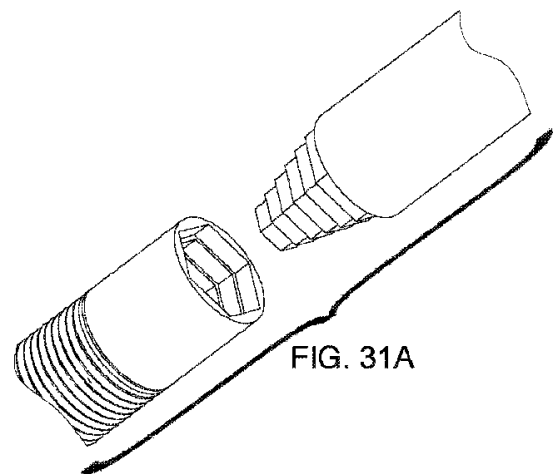
【図 30 C】



【図 30 D】



【図 31 A】



10

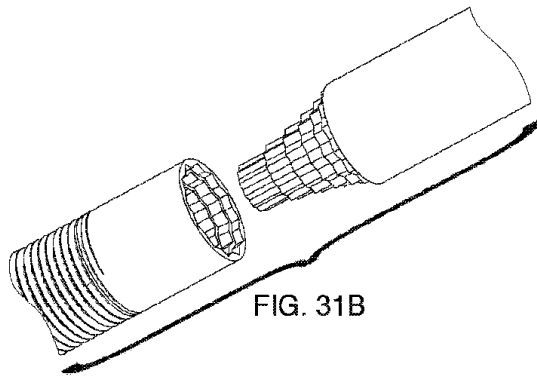
20

30

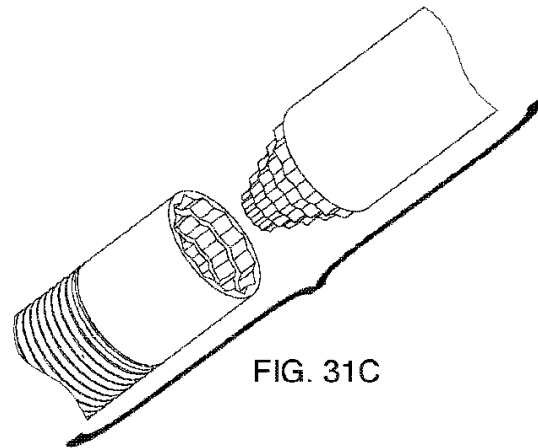
40

50

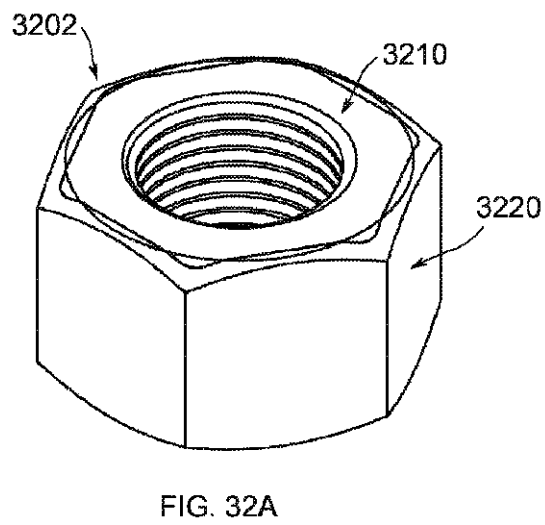
【図 3 1 B】



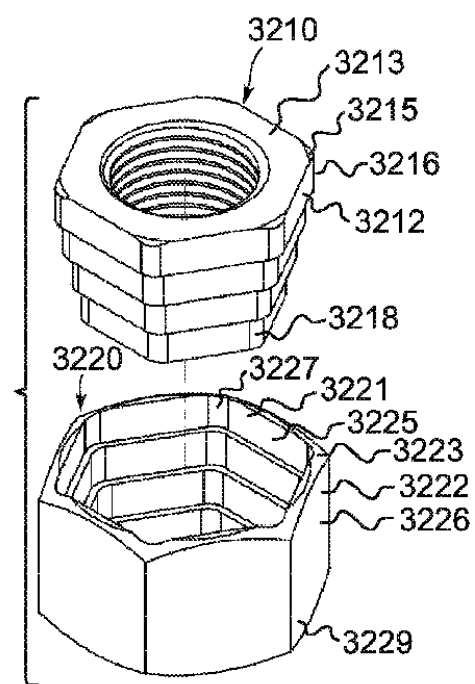
【図 3 1 C】



【図 3 2 A】



【図 3 2 B】



10

20

30

40

50

【図 3 2 C】

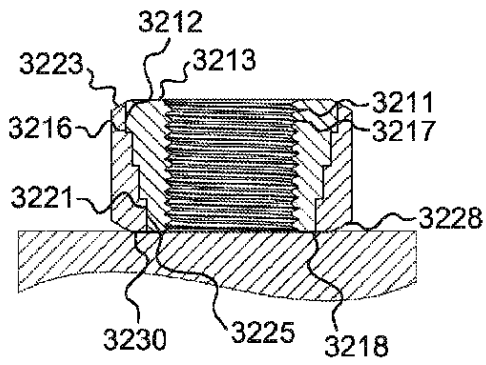


FIG. 32C

【図 3 2 D】

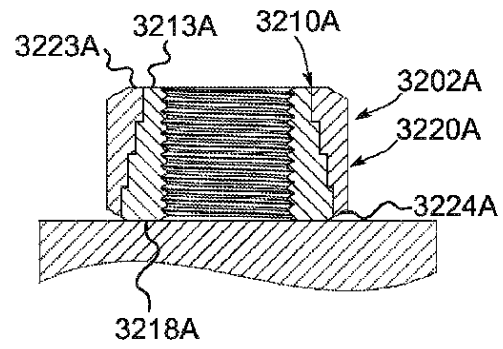


FIG. 32D

【図 3 3 A】

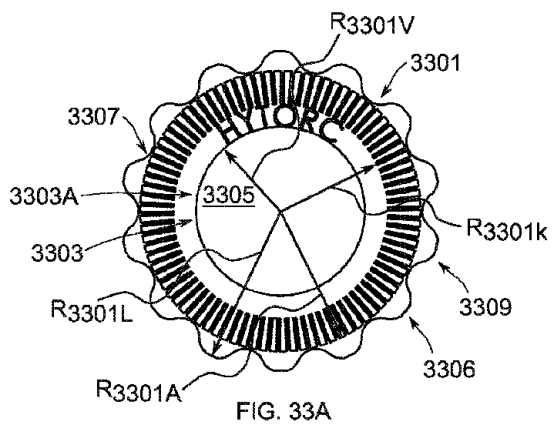


FIG. 33A

【図 3 3 B】

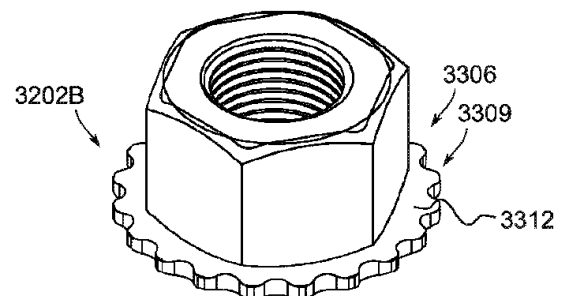


FIG. 33B

10

20

30

40

50

【図 3 3 C】

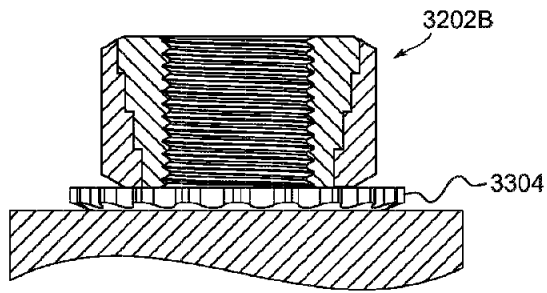


FIG. 33C

【図 3 4 A】

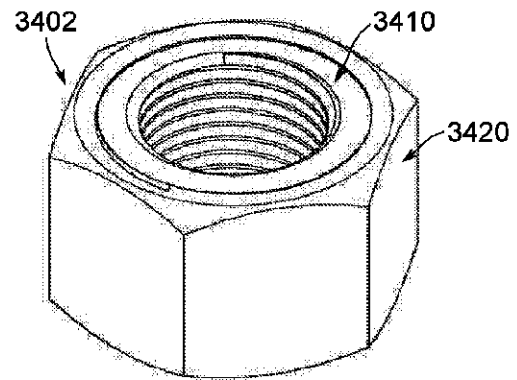


FIG. 34A

【図 3 4 B】

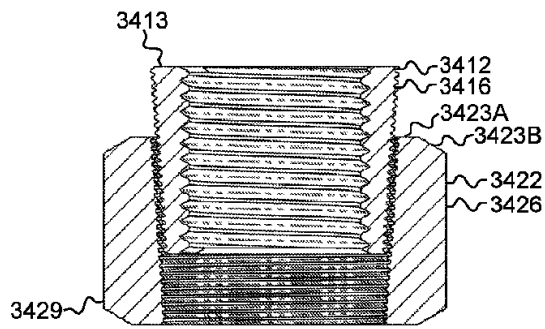


FIG. 34B

【図 3 4 C】

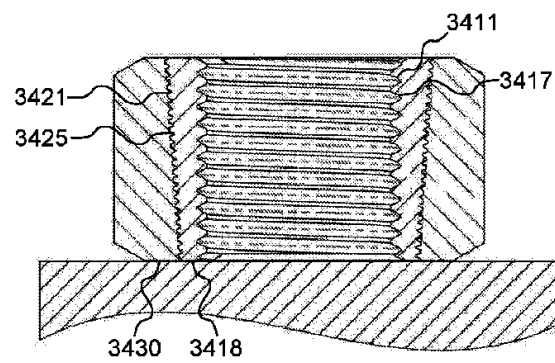


FIG. 34C

10

20

30

40

50

【図 3 5 A】

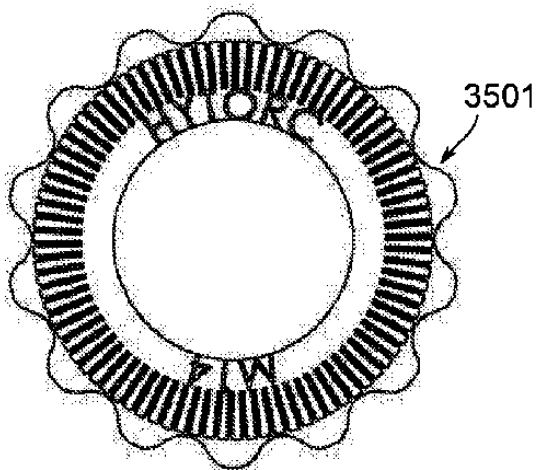


FIG. 35A

【図 3 5 B】

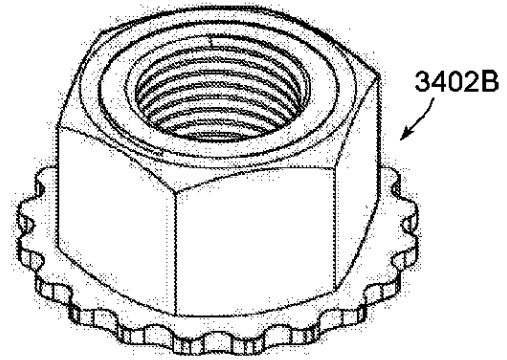


FIG. 35B

【図 3 5 C】

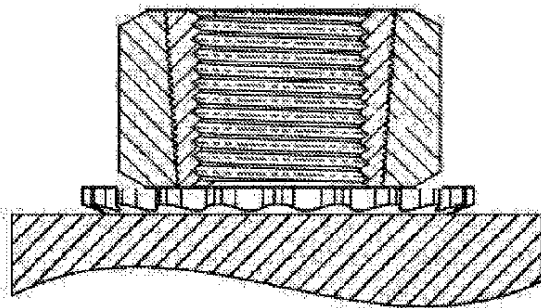


FIG. 35C

【図 3 6 A】

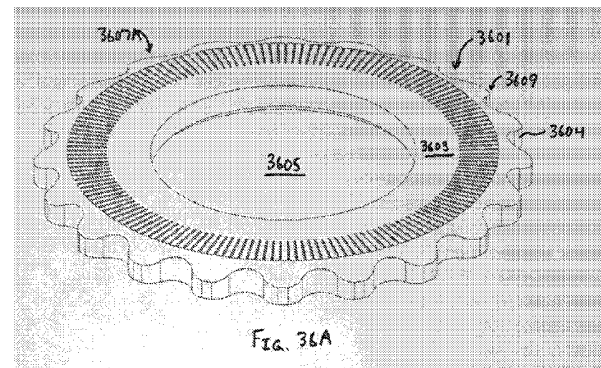


FIG. 36A

10

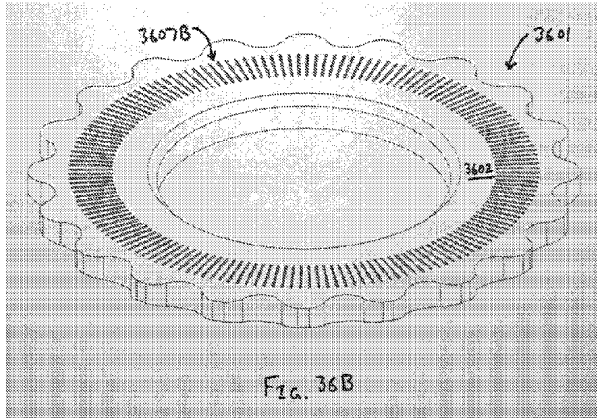
20

30

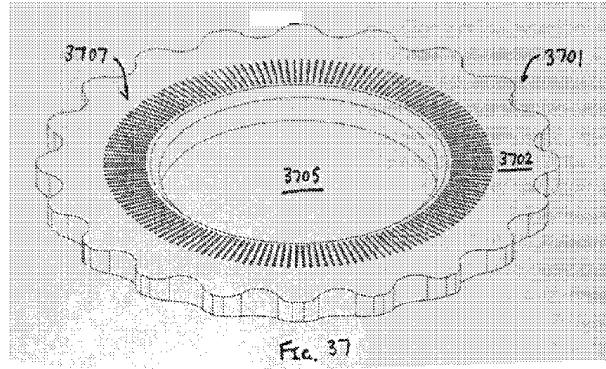
40

50

【図 3 6 B】

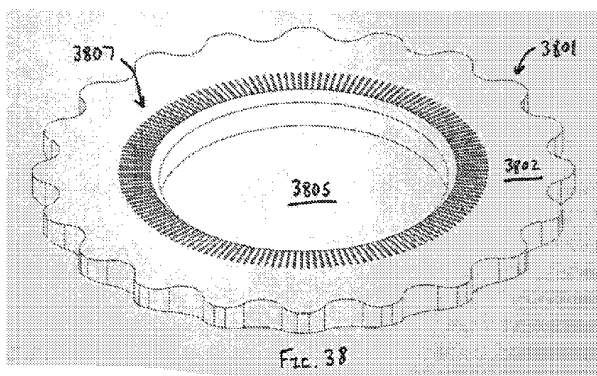


【図 3 7】

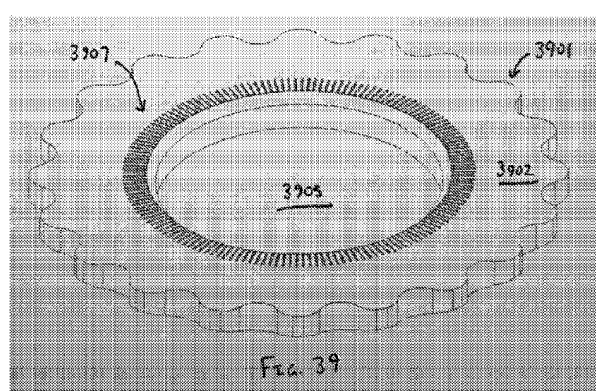


10

【図 3 8】



【図 3 9】



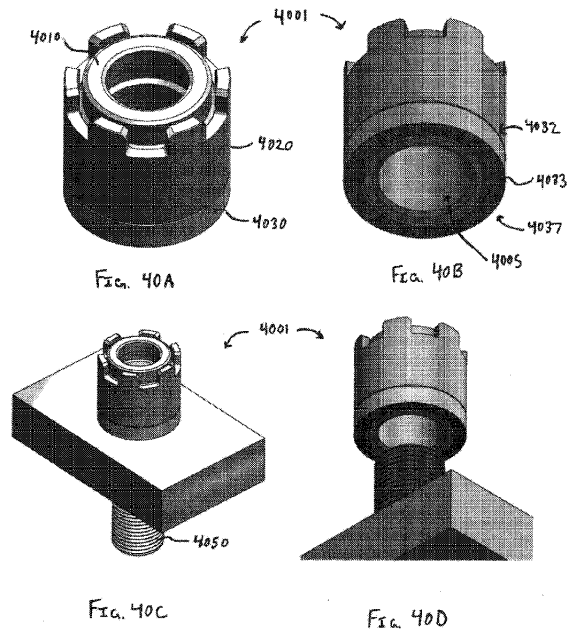
20

30

40

50

【図 40A - 40D】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 B

21/00

H

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

弁理士 森本 有一

(72)発明者 ジョン ケー・ジュンカーズ

アメリカ合衆国, ニュージャージー 07458, サドル リバー, アルゴンキン トレイル 14

(72)発明者 シアオシン チャン

アメリカ合衆国, ニュージャージー 08873, サマセット, ウエスト レイク コート 36

(72)発明者 エリック ピー・ジュンカーズ

アメリカ合衆国, ニュージャージー 07030, ホーボーケン, サーティーンズ ストリート 158

(72)発明者 マイケル エフ・ドラン

アメリカ合衆国, ニュージャージー 08736, マナスクアン, パーライン ブールバード 408

(72)発明者 デビッド イー・レイ

アメリカ合衆国, ユタ 84003, ハイランド, ノース 6180 ウエスト 9834

(72)発明者 カルビン エー・ボナス

アメリカ合衆国, ニューヨーク 10454, ブロンクス, イースト ワンハンドレッド アンド フォーティフィフス ストリート 511

審査官 松林 芳輝

(56)参考文献

国際公開第2016/176518 (WO, A2)

特開2012-125910 (JP, A)

特開2016-014450 (JP, A)

特開2000-087946 (JP, A)

米国特許第06343904 (US, B1)

米国特許第02675844 (US, A)

米国特許出願公開第2017/0130758 (US, A1)

国際公開第2017/201119 (WO, A1)

米国特許第05888041 (US, A)

特表2016-516604 (JP, A)

特開平08-254209 (JP, A)

登録実用新案第3155654 (JP, U)

米国特許第10107325 (US, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F16B 39/24

F16B 39/26

F16B 39/282

F16B 43/00-43/02

B25B 21/00