

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5822464号
(P5822464)

(45) 発行日 平成27年11月24日(2015.11.24)

(24) 登録日 平成27年10月16日(2015.10.16)

(51) Int.Cl. F I
F 1 6 L 15/00 (2006.01) F 1 6 L 15/00

請求項の数 7 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-500262 (P2010-500262) (86) (22) 出願日 平成20年3月27日 (2008.3.27) (65) 公表番号 特表2010-522855 (P2010-522855A) (43) 公表日 平成22年7月8日 (2010.7.8) (86) 国際出願番号 PCT/EP2008/053602 (87) 国際公開番号 W02008/116891 (87) 国際公開日 平成20年10月2日 (2008.10.2) 審査請求日 平成23年3月15日 (2011.3.15) 審査番号 不服2014-1677 (P2014-1677/J1) 審査請求日 平成26年1月30日 (2014.1.30) (31) 優先権主張番号 60/907,301 (32) 優先日 平成19年3月28日 (2007.3.28) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 310017862 テナリス・コネクションズ・リミテッド Tenaris Connections Limited セント・ビンセント及びグレナダイン諸 島・キングスタウン・ボナデーストリー ト112 (74) 代理人 110000741 特許業務法人小田島特許事務所 (72) 発明者 カルカニヨ, ガブリエル・イー アルゼンチン・(ビー2804エムエイチ エイ)・ブエノスアイレス・カンパナ・ド クトルシミニ250</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超高トルクドープフリーねじ継ぎ手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

めねじを有するボックス部材と、該ボックス部材のねじと係合するように構成されたおねじを有するピン部材とを有し、前記ボックス部材および前記ピン部材は、台形ねじ形状と、負荷側フランク(12、22)および進み側フランク(14、24)間の同時係合接触に適合されたねじピッチとを有し、さらに、前記ピンねじと前記ボックスねじの内の少なくとも1つが、乾式潤滑剤を含むドープフリー固体材料の層で被覆されたねじ継ぎ手において、

前記ボックス部材および前記ピン部材は0mmと0.5mmとの間の範囲の径方向干渉値を有し、

継ぎ手の縦軸に垂直な平面から測った前記負荷側フランクの角度(θ₁)および前記進み側フランクの角度(θ₂)のそれぞれが、約3°から約15°までの間の範囲であり、
前記ボックス部材および前記ピン部材の内の少なくとも1つのねじが、負荷側フランク表面(12、22)および進み側フランク表面(14、24)とねじ山部表面(16、26)およびねじ谷部表面(18、28)との交差部に面取りをさらに有し、ねじの前記負荷側フランク表面(12、22)と進み側フランク表面(14、24)との間の挟角(α)が、20°より小さい、ことを特徴とする、ねじ継ぎ手。

【請求項2】

前記負荷側フランクの角度(θ₁)が約3°と10°との間であり、前記進み側フランクの角度(θ₂)が15°より小さい、請求項1項記載のねじ継ぎ手。

【請求項 3】

前記負荷側フランクの角度 (α_1) が約 3° と 5° との間であり、前記進み側フランクの角度 (α_2) が 10° より小さい、請求項 2 項記載のねじ継ぎ手。

【請求項 4】

前記負荷側フランクの角度 (α_1) が約 3° であり、前記進み側フランクの角度 (α_2) が約 5° である、請求項 3 項記載のねじ継ぎ手。

【請求項 5】

前記負荷側フランクの角度 (α_1) が約 3° であり、前記進み側フランクの角度 (α_2) が約 3° である、請求項 3 項記載のねじ継ぎ手。

【請求項 6】

ねじの前記 2 つのフランク表面間の前記挟角 (θ) が、約 6° と 30° との間の範囲である、請求項 5 項記載のねじ継ぎ手。

【請求項 7】

ねじの前記 2 つのフランク表面間の前記挟角 (θ) が、好ましくは約 8° である、請求項 5 項記載のねじ継ぎ手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高トルクねじ継ぎ手に関し、この継ぎ手は、フランク対フランク接触のねじ形状と、正でかつ非常に低い負荷側フランクの角度 (α_1 すなわち a) および正でかつ非常に低い進み側フランクの角度 (α_2 すなわち b) の両方を備える台形ねじとを有し、ねじは固形のドーブフリーの表面処理で被覆されている。

【背景技術】

【0002】

石油産業およびガス産業では、「超高トルク性能」を有するねじ継ぎ手が必要であり、数値的にはパイプ本体の耐性の約 40% の過トルク容量を意味する。従来技術では、一般に、最大約 20% の過トルク容量までしか提供できない。超高トルク性能に到達可能な先行技術は限られる。ある技術では、くさび型ねじを必要とし、特許文献 1 (リーヴズ) および特許文献 2 (モット) に例示されている。特許文献 3 (ノエルら) では、くさび型ねじの変形が開示され、高締め付けトルクを達成している。

【0003】

特許文献 1 に記載されているくさび型テーパねじは、非常に強力な接続をもたらし、接続されたピン部材およびボックス部材の応力や歪みを許容可能なレベル内に制御可能であることで知られる。この理由のために、くさび型ねじは多くの過酷な用途に採用されている。くさび型ねじは、一般に、鳩尾形状を有するとともに、負荷側フランクと進み側フランクを備え、これは外に向かって拡がり、隣接する谷部よりも実質的に広い山部を作る。これは、かみ合うねじ形態の構成を形成し、ねじは、締め付けによって生じた負荷を支えるためにショルダ部に依存しない。しかし、鳩尾形状のねじは、締め付けおよび緩め戻し中の継ぎ手の軸の位置合わせが完全でなければ、ピンおよびボックスのネジの角部が接触する可能生があるという問題がある。そのような接触は、締め付け中にピンがボックスに完全に挿入されることを妨げ、ねじに損傷を生じさせ得る。

【0004】

特許文献 2 はくさび型ねじの他の例であり、それぞれの谷部よりも広い山部と、同じ方向または、従来から接続の縦軸に対して測定される正および負の角度を備える、一般に位置合わせされた進み側フランクと負荷側フランクの両方を有する。そのような構成は、締め付けおよび緩め戻し時にねじの角部が接触する可能生を減少させ、このため、ねじ損傷の危険性を最小化させ得る。

【0005】

しかし、特許文献 2 および特許文献 1 中に開示されるくさび型ねじ構成は、最終的なトルク点に対してエネルギー吸収が非常に低い、最後に係合したねじ中に存在する高い応力の

10

20

30

40

50

ため疲労耐性が低い、およびスプリングバックとして一般に知られる係合離脱の傾向が高いという共通の欠点を有する。そのような、くさび型ねじ接続は厳格な機械加工公差を必要とし、これは、ねじの製造を困難で高価なもの、さらに、欠陥の検査も困難なものにする。さらに、負荷側フランクの側および/または進み側フランクの側に配置されたくさび型ねじの急な角度は、急な切り込みを有し、これは、結合の機能に対して有害である。そのようなねじは、急な角度によって生じるねじ谷部の切れ目の結果、使用中に一層壊れやすい。

【0006】

特許文献3は2つの金属パイプのねじ結合を開示しており、ピン要素上に1つの形のおすの台形ねじと、ボックス要素上に結合するめすの台形ねじとを備えるテーパねじを含む。山部におけるネジ幅が谷部におけるねじ幅よりも小さいが、これは、より大きな正の進み側フランクの角度(b は好ましくは、 13°)および対となる小さな負の負荷側フランクの角度(a は好ましくは、 -3°)によって達成され、両者が合わさって画定される、負荷側フランク表面と進み側フランク表面との間の挟角()は、それでも正(好ましくは、 10°)となる。おす要素とめす要素は、おねじの2つのフランクがめねじの2つのフランクと接触する場所を超える位置に到達可能であると言われるが、粘性のあるグリース形態のドーブが非常に必要とされることが強調される。(46行8欄を参照。)

【0007】

このため、より高いトルクでの締め付けを達成するには、特許文献3中に例示される変形されたくさび型ねじ構造と共に、粘性のあるグリースが必要である。これは欠点である。半径の干渉は全くないかも知れないが、粘性のあるドーブの存在は、山部と谷部の両方に高い圧力を生じさせてフランク間の接触圧力を減少させ、トルクの減少をもたらす。これらの理由および環境的な理由によって、ドーブの使用を避けて高トルク値に達することが非常に望まれる。

【0008】

ねじ処理としての従来のドーブまたはグリース(すなわち、API改変グリースのAPI 5 A 3)の利点と欠点は知られている。潤滑剤としてドーブまたはグリースの適用を必要としない特別なクラスの乾式ねじ前処理が現在では知られているが、そのような、乾式ねじ前処理を、本明細書では概括的に「ドーブフリー」と称する。

【0009】

内在的伝導性ポリマーを含む乾式薄膜をねじ表面に対して適用することによって達成される、ドーブフリー乾式潤滑性被覆のさらなる詳細についての特許文献4の開示内容を本明細書に援用する。接続継ぎ手の耐腐性およびかじり耐性の両方を増加させ、石油およびガス抽出産業で使用するための、ねじ乾式表面処理の詳細についての特許文献5の開示内容を本明細書に援用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許番号 Re 34, 467号

【特許文献2】WO 94 / 29627号

【特許文献3】米国特許番号 6, 412, 831号

【特許文献4】米国特許出願公開番号 2005 / 0176592 A 1号

【特許文献5】米国特許番号 6, 971, 681 B 2号

【発明の概要】

【0011】

1つの態様では、本発明はねじ継ぎ手に関し、このねじ継ぎ手は、ねじを有するボックス部材と、ボックス部材のねじと係合するように構成されて配置されるねじを有するピン部材とを有し、ボックス部材およびピン部材のそれぞれが、フランク対フランク接触のねじ形状と、係合するピンおよびボックスに適合する低い正の負荷側フランクの角度(α_1 すなわち a)および低い正の進み側フランクの角度(α_2 すなわち b)とを有する。低い

10

20

30

40

50

正のフランクの角度は、接続の中心線に垂直な軸から普通に測定されるように、約 3° から約 15° まで、さらに好ましくは約 3° から約 10° まで、最も好ましくは、約 3° から約 5° までである。これらの低い正の角度値の組み合わせは、 6° と 30° との間の範囲、好ましくは 8° であり、ねじの2つのフランク表面間の挟角()を備える台形ねじを画定する。ボックス部材およびピン部材の内の少なくとも1つのねじは、面取りをしてもよい。

【0012】

ボックス部材およびピン部材のいずれか、または両方の機械加工されたねじは、ドープフリーの表面被覆で前処理される。ドープフリー表面被覆は、開示された数学的モデルに完全に従うことが可能であり、締め付けと緩め戻しとの間の圧力差の効果を回避する。ドープフリー表面処理と、負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度の両方に対して、低い正の値との独特の組み合わせは、共に驚くべき高いトルク接続を生じさせ、これは接続の締め付けまたは緩め戻しのいずれかにおいても同じである。高い締め付けおよび緩め戻しトルクは、係合離脱(スプリングバック)の危険性を一般に減少させるため、回転工具を採用する穴空け作業において、特に利点がある。

10

【0013】

本発明のこれらの態様および他の態様は、添附の図面と併せてなされる以下の詳細な説明を検討すると明らかになるであろうし、そこでは、本発明の好ましい実施形態が説明および例示される。

【図面の簡単な説明】

20

【0014】

【図1】本発明による、台形ねじを備え、それぞれがドープフリーの被覆を有するボックスおよびピンのねじ構成を模式的に表す分解図である。

【図2】本発明による、それぞれのフランク表面と、隣接する山部表面または谷部表面との間が面取りまたは丸くされた台形ねじを伴い、ねじのそれぞれの表面がドープフリーの被覆を有するボックスおよびピンの好ましいねじ構成を模式的に表す分解図である。

【図3】本発明の1つの実施形態による、変形されたバットレス型で好ましい寸法を備えるピンの台形ねじ構成のための、正の低い負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度を表す図である。

【図4】本発明の1つの実施形態による、変形されたバットレス型で好ましい寸法を備えるボックスの台形ねじ構成のための、正の、低い負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度を表した図である。

30

【図5】本発明による種々の構成に対する最大トルクの変化を例示する表であり、APIドープまたはドープフリーの被覆を備える。

【図6】本発明による、低い負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度の種々の組合せに対して、種々の干渉値の関数とし、最大トルクの変化を例示するグラフである。

【図7】本発明による、低からより高い進み側フランクの種々の角度の関数として、最大トルクの変化を例示するグラフである。

【図8】本発明による、ねじ構造の種々の構成に対する最大トルクの変化を例示する表である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明は、ねじ継ぎ手の提供に関し、このねじ継ぎ手は、正でかつ非常に低い負荷側フランクの角度(すなわち a)、および正で非常に低い進み側フランクの角度(すなわち b)の両方を備える台形ねじによって画定される、フランク対フランク接触のねじ形状を有する。特に、本発明はボックス部材とピン部材とを有するねじ継ぎ手の提供に関し、好ましくは、それぞれが約 3° と 5° の間であり、非常に低い正の負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度によって画定される、約 8° の好ましいフランク間の挟角を備える台形ねじ形状によって、それぞれがフランク対フランク接触を有する。機械加工後で、さらにドープフリー被覆の適用後の、ボックスおよびピンのためのそのような

50

ねじが、図 1 および図 2 に模式的に示される。

【 0 0 1 6 】

図 3 および図 4 は好ましい実施形態の詳細を模式的に示し、この実施形態は、3 . 5 インチの外径と、変形されたパットレス型ねじ形状とを有し、フランク表面と、山部表面または谷部表面のいずれかとの交差部が面取りまたは丸くされており、ドーブフリー被覆は明瞭化のために示していない。図 3 は、本発明の 1 つの実施形態による、好ましい寸法を備えるピンの台形ねじ構成のための、好ましい、正の負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度を例示する図である。図 4 は、本発明の 1 つの実施形態による、好ましい寸法を備えるボックスの台形ねじ構成のための、好ましい、正の負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度を例示する図である。ねじ継ぎ手のピン部分のねじと、ねじ継ぎ手のピン部分のねじのそれぞれが、約 3 ° の負荷側フランクの角度 (β_1 すなわち a) と約 5 ° の進み側フランクの角度 (β_2 すなわち b) とを有する。しかし、本発明は、接続の中心線に垂直な平面から測る約 3 ° から約 15 ° の正のフランクの角度に限定されるものではなく、有用であると考えられる。好ましくは、フランクの角度は約 3 ° から約 10 ° の範囲である。図 3 および図 4 に示すように、3 ° の負荷側フランクの角度、および 5 ° の進み側フランクの角度が、機械加工によって画定される。機械加工後に、ピンおよびボックスのいずれかまたは両方のねじに適用されるドーブフリー被覆の薄い層は、非常に薄く均質であり、構造を変化させることはない。

10

【 0 0 1 7 】

数学的弾性理論から導出される以下の数学的モデルを用い、形状を決定するために、ねじフランクの角度の関数として予想されるトルクを計算する。

20

【 数 1 】

$$T = \mu \cdot \pi \cdot \delta \cdot E \cdot (b^2 - a^2) \cdot (c^2 - b^2) \cdot \frac{[\sec(\beta_1) + \sec(\beta_2)]}{(1 - \nu^2) \cdot b \cdot (c^2 - a^2)} \cdot \left[\frac{L}{\tan(\beta_1) + \tan(\beta_2)} + b \cdot \nu \right] \quad (1)$$

ここで T = トルク、

μ = 摩擦係数、

δ = 半径の干渉、

E = 弾性率、

30

a = 内部の半径、

b = ねじ中間半径、

β_1 = 負荷側フランクの角度、

β_2 = 進み側フランクの角度、

ν = ポアソン係数、

L = 有効な完全なねじの軸長、

C = 外部の半径である。

【 0 0 1 8 】

ピンおよびボックスの好ましいフランク形状が決定され、好ましいフランク形状に基づきボックス部材およびピン部材が機械加工されると、ドーブまたはドーブフリー状態のいずれかで継ぎ手が締め付け可能となる。しかし、粘性のあるドーブの使用により、フランク表面間に、または係合したねじの山部と谷部との間の空間中に閉じ込められた粘性のあるドーブが経時的に加圧流動すなわち移動するために、前記の数学的モデルから逸脱することが発見された。そのような場合のドーブは、山部と谷部における圧力を均一化する非圧縮性の媒体として作用し得る。従って、ドーブの存在が、締め付け時に完全なフランク対フランク接触を得ることを非常に困難にすることが、発見された。驚くことに、本明細書に教示されるドーブフリー乾式層構成では、数学的モデルに完全に従い得る。さらに、ドーブフリー被覆では、継ぎ手の最初の締め付けで、望ましい完全なフランク対フランク接触を得ることが可能であり、粘性のあるドーブのように経時変化がない。

40

【 0 0 1 9 】

50

フランク対フランク接触のねじ形状および低いフランクの角度に加え、本発明によるねじ形状は、また、好ましくは、フランク表面と山部表面または谷部表面との交差部における角を面取りまたは丸くすることも含み、図1、図3、および図4に示すように、ねじの進み性を向上させる。山部表面および谷部表面は任意の形状、および、本明細書に開示される負荷側フランク表面および進み側フランク表面に対する角度と矛盾しない面取り形状を有してよい。本発明は、どのような特定の谷部または山部の表面形状にも限定されず、本発明の範囲から逸脱することなく、谷部または山部のうちの1つまたは両方に中に溝を有する等の変形をなし得る。さらに、継ぎ手はトルクショルダを伴って、または伴わずに構築してよい。例えば、トルクが十分に高ければ、トルクショルダを必要とせずに、位置によって締め付けが規定可能である。比較例1および実施例1はトルクショルダを含まない。比較例2および実施例2では、トルクショルダを含む。

10

【0020】

全ての実施形態に対して半径の干渉()値は低く、好ましくは、約0から約0.5mmの範囲である。

【0021】

本発明の接続は、全ての型の接続、特に、めすの部材がパイプの端部に形成される場合、または、両端で2つのめすの部材を備えるスリーブを使用し、その両端で2つのおすのパイプと接合する場合のそれぞれに適用可能である。この接続のために有用な材料は、一般的な炭素鋼、ステンレス鋼、または約552MPa(80ksi)から約1034MPa(150ksi)の降伏強度を有するクロム合金鋼であり、好ましい接続にはL80等級のAPI鋼を採用する。外径3.5インチの実施形態が図3および図4に例示されるが、これに続く好ましい実施例は外径4.5インチ接続用および外径7インチ接続用のものであり、これらもまた、一般的なAPIコネクタ寸法である。

20

【0022】

図1および図2によって分解図で例示される台形ねじの組み合わせは、本明細書で使用される特定の引例で模式的に明確にするために提示する。ボックスおよびピンは、共通の負荷側フランクの角度 α_1 、共通の進み側フランクの角度 α_2 と、めねじピッチTPFと同じおねじピッチTPMと、おねじとめねじ、それぞれの2つのフランク表面間において正で約20°よりも小さい挟角()とを有するテーパーおねじおよびめねじによって特徴づけられる。例示されるように、進み側フランク表面および負荷側フランク表面は、係合した際に実質的に表面接触をする。これらのねじ表面上では、厚さ約10~20 μ mの厚さDf_tで、乾式潤滑剤を含む薄いドーブフリー層が適用されている。図2では、フランク表面が、丸くされた、または面取りされた遷移部を備えて谷部および山部の表面と交差するところが、図1と異なる。

30

【0023】

明確化のためにドーブフリー被覆は図示していないが、図3および図4は、それぞれ、ピンとボックスとの間のフランク表面接触および進み側表面接触の両方に対して、好ましい面取りされた台形ねじを有する1つの実施形態のさらなる詳細および寸法を例示する。この例示は、フランク対フランク接触構造を備える、インチ当たり5ねじの変形されたバットレスねじ用である。以下の寸法は3.5インチの外径用の代表であり、非常に低いが正の負荷側フランクの角度と、非常に低いが正の進み側フランクの角度とを使用するフランク対フランク接触構造を説明するものである。

40

【0024】

図3は、負荷側フランク表面12と、進み側フランク表面14と、おねじ山部表面16と、おねじ谷部表面18とを備える変形されたバットレス型のテーパーおねじ10を備えるピンを例示する。おねじのピッチ線11は、0.74mmの距離13で山部より離間される。谷部と山部表面との間の距離15は1.27mmである。ピッチ線におけるねじ幅17は2.54mmである。ピッチ線におけるフランク表面の間隔19は2.54mmである。低いが正の負荷側フランクの角度 α_1 は3°で、低いが正の進み側フランクの角度 α_2 は5°である。フランク表面間の挟角 β は8°である。ボックスのねじピッチTP

50

Mは5.08mmである。負荷側フランクの面取りR1は0.2mmで、負荷側フランクの丸みR2は0.2mmである。

【0025】

図4は、負荷側フランク表面22と、進み側フランク表面24と、めねじ山部表面26と、めねじ谷部表面28とを備える変形されたバットレス型のテーパめねじ20を備えるボックスを例示する。めねじのピッチ線21は、0.74mmの距離23で山部より離間される。谷部と山部表面との間の距離25は1.27mmである。ピッチ線におけるねじ幅27は2.54mmである。ピッチ線におけるフランク表面の間隔29は2.54mmである。低いが正の負荷側フランクの角度 α_1 は3°で、低いが正の進み側フランクの角度 α_2 は5°である。フランク表面間の挟角 β は8°である。進み側フランクの丸みR3は0.4mmで、進み側フランクの面取りR4は0.4mmである。

10

【0026】

詳細例

【比較例1】

【0027】

この第1の実施形態では、ボックス部材およびピン部材はフランク対フランク接触のねじ形状を有し、ボックス部材およびピン部材の両方に対して、低く正の負荷側フランクの角度(α_1 すなわち $a = 3^\circ$)と、低く正の進み側フランクの角度(α_2 すなわち $b = 5^\circ$)とを備え、8°のフランク間の挟角 β を備える台形ねじを画定する。この第1の実施例のさらなるパラメータには、

20

重量：12.7ppf

Tpi：5

：0.32(炭素鋼)

外径：4.5インチ

(半径の干渉)： 1.5×10^{-4} m

を含む。この実施形態の継ぎ手は、ドープ、特にAPI改変グリースのAPI5A3を使用して締め付けられた。下の表1-1および表1-2から分かるように、緩め戻しトルクは締め付けトルクより高く、下の実施例1に示すドープフリー技術の使用と比べて著しく異なった。また、最大トルク値は、ドープフリー技術の使用と比べ層低いことに留意されたい。

30

【表1-1】

表1-1

締め付け操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダ トルク (ft-lbs.)	デルタ トルク (ft-lbs.)	ショルダー 回転 (回転)	デルタ 回転 (回転)	ショルダの RPM	最終回転
1	2850	0	0	0	0	0	1.934
2	2316	0	0	0	0	0	1.646

【表1-2】

40

表1-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回転
1	6299	2.833

【実施例1】

【0028】

この第2の実施形態では、比較例1と同じ材料およびねじ構成が採用される。ボックス部材およびピン部材は、フランク対フランク接触のねじ形状と、ボックス部材およびピン

50

部材の両方に対して、低く正で3°の負荷側フランクの角度(α_1 すなわちa)と、低く正で5°の進み側フランクの角度(α_2 すなわちb)とを有し、8°のフランク間の挟角

を備える台形ねじを画定する。この実施形態の継ぎ手は、本明細書に援用される米国特許番号6,971,681 B2号の教示による、乾式潤滑性および耐食性を示すドーブフリー溶液被覆の2つの層を使用して締め付けられた。第1の均質な層は厚さ約10 μ mで、乾式防食被覆としてZn粒子を含有するエポキシ樹脂を含んでいる。第1の層は厚さ約10 μ mの第2の均質な層で覆われ、乾式潤滑性被覆として無機結合剤中にMoS₂の混合物を含んでいる。下の表2-1および表2-2から分かるように、締め付けトルク値および緩め戻しトルク値は、前記の表1-1および表1-2に詳述されている同等でドーブの実施形態の締め付けトルクおよび緩め戻しトルクよりも著しく高い。

10

【表2-1】

表2-1

締め付け操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダトルク (ft-lbs.)	デルタトルク (ft-lbs.)	ショルダ回 転 (回転)	デルタ回 転 (回転)	ショルダの RPM	最終回 転
1	10830	0	0	0	0	0	1.032
2	10320	0	0	0	0	0	0.93

【表2-2】

20

表2-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回 転
1	10140	1.03
2	9970	0.94

【比較例2】

【0029】

この第3の実施形態では、ボックス部材およびピン部材の両方は、フランク対フランク接触のねじ形状と、ボックス部材およびピン部材に対して、低く正で3°の負荷側フランクの角度(α_1 すなわちa)と、低く正で5°の進み側フランクの角度(α_2 すなわちb)とを有し、8°のフランク間の挟角を備える台形ねじを画定する。比較例2の継ぎ手はトルクショルダを伴うL80等級のAPI鋼の4.5インチ接続であり、フィート当たり12.6ポンド(ppf)の重量と、0と0.5mmとの間の直径の干渉を有する。この第3の実施例のさらなるパラメータには、

30

重量：12.7 ppf

Tpi：5

：0.32 (炭素鋼)

外径：4.5インチ

(半径の干渉)：1.5 × 10⁻⁴

40

を含む。比較例2の継ぎ手は、ドーブ、特にAPI改変グリースのAPI5A3を使用して締め付けられた。下の表3-1および3-2から分かるように、緩め戻しトルクは締め付けトルクよりも高い。また、前に詳述したドーブフリー技術が採用されている第1の実施形態と比べて著しい差がある。

【表 3 - 1】

表 3-1

締め付け 操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダ トルク (ft-lbs.)	デルタ トルク (ft-lbs.)	ショルダー 回転 (回転)	デルタ 回転 (回転)	ショルダの RPM	最終回転
1	3313	2143	1170	0.011	1.31	5.3	1.31
2	2688	1915	773	0.008	1.038	5.1	1.038

【表 3 - 2】

10

表 3-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回転
1	6508	1.58
2	7850	1.263

【実施例 2】

【0030】

この第 4 の実施形態では、比較例 2 と同じ材料およびねじ構成が採用されている。

20

【0031】

ボックス部材およびピン部材はフランク対フランク接触のねじ形状を有し、ボックス部材およびピン部材の両方に対して、負荷側フランクの角度 (α_1 すなわち a) が 3° で、進み側フランクの角度 (α_2 すなわち b) が 5° であり、正で 8° のフランク挟角 を画定する。この実施形態の継ぎ手は、乾式潤滑性および耐食性の両方を備えるドーブフリー溶液被覆の 2 つの層、すなわち、乾式防食被覆の第 1 の均質な層とこの第 1 の層を覆う乾式潤滑性被覆の第 2 の均質な層、を使用して締め付けられた。第 1 の均質な層は厚さ約 $10\ \mu\text{m}$ で、乾式防食被覆として Zn 粒子を含有するエポキシ樹脂を含む。第 1 の層は厚さ約 $10\ \mu\text{m}$ の第 2 の均質な層で覆われ、乾式潤滑性被覆として無機結合剤中に MoS₂ の混合物を含む。

30

【0032】

比較例 2 のように、実施例 2 の継ぎ手はトルクショルダを伴う L80 等級の API 鋼の外径 4.5 インチ接続であり、フィート当たり 12.6 ポンド (ppf) の重量と、0 と 0.5 mm との間の低い直径の干渉を有する。

【0033】

下の表 4 - 1 および表 4 - 2 から分かるように、締め付けトルク値および緩め戻しトルク値は、表 3 - 1 および表 3 - 2 に示されているドーブを利用する比較実施例中の実施形態の締め付けトルクおよび緩め戻しトルクよりも著しく高い。

【表 4 - 1】

表 4-1

40

締め付け 操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダ トルク (ft-lbs.)	デルタ トルク (ft-lbs.)	ショルダー 回転 (回転)	デルタ 回転 (回転)	ショルダの RPM	最終回転
1	13220	10530	2690	0.721	0.022	5.8	0.743
2	12510	10050	2460	0.750	0.031	5.51	0.781
3	12780	10647	2133	0.711	0.029	5.4	0.740

【表 4 - 2】

表 4-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回転
1	12850	1. 12
2	13020	1. 45
3	12540	1. 52

【 0 0 3 4 】

10

ドーブでの比較例 1と、実施例 1中にある同等な構造を備えるが乾式潤滑剤を含む薄いドーブフリー層との比較から、および、ドーブでの比較例 2と、実施例 2中にある同等な構造を備えるが耐食層上に乾式潤滑層を含む薄いドーブフリー層との比較から驚くべき結果が分かる。非常に低い正の負荷側フランクの角度と、非常に低い正の進み側フランクの角度と、フランク対フランク接触の形状とを有する台形ねじ構成と組み合わせて、薄い乾式のドーブフリー溶液被覆を組み合わせて採用することによって、締め付けおよび緩め戻しの過程での両方で、同じねじ構造だが、従来のグリースまたはドーブを伴うものよりも、より高いトルク値が達成可能である。

【 0 0 3 5 】

20

驚くことに、非常に低い正のフランクの角度を備えるドーブフリー構成を使用する場合、本明細書で教示するように、進み側フランクの角度の正の値の減少に依存して、接続のためのトルクは増加することが分かった。この事実は次の比較例 3および実施例 3から明らかである。

【 0 0 3 6 】

さらに、式 1 が締め付けトルクおよび緩め戻しトルクの両方を記述するのに有効であるという理論について、薄い乾式の潤滑剤およびドーブフリー溶液を使用しなければ、グリースによって生成される時間依存の圧力変化により、締め付けトルク値はより小さい値に至ることが、実験的に分かった。

【比較例 3】

【 0 0 3 7 】

30

第 5 の実施形態では、ボックス部材およびピン部材は、フランク対フランク接触のねじ形状と、ボックス部材およびピン部材の両方に対して、 3° の負荷側フランクの角度 (α_1 すなわち a) と、 7° の進み側フランクの角度 (α_2 すなわち b) とを有し、正で 10° のフランク挟角 α を画定する。この実施形態の継ぎ手は、ドーブ (API 5 A 3) を使用して締め付けられた。第 5 の実施形態の締め付けおよび緩め戻しのためのデータが下の表 5 - 1 および表 5 - 2 に示される。

【表 5 - 1】

表 5-1

締め付け 操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダ トルク (ft-lbs.)	デルタ トルク (ft-lbs.)	ショルダ 回転 (回転)	デルタ 回転 (回転)	ショルダの RPM	最終回転
1	2588	0	0	0	0	0	0. 838
2	2488	0	0	0	0	0	0. 791
3	2586	0	0	0	0	0	0. 882

40

【表 5 - 2】

表 5-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回転
1	2259	1. 222
2	2248	1. 75
3	2328	2. 176

【実施例 3】

10

【 0 0 3 8】

第 6 の実施形態では、ボックス部材およびピン部材は、フランク対フランク接触のねじ形状と、ボックス部材およびピン部材の両方に対して、 3° の負荷側フランクの角度 (α_1 すなわち a) と、 7° の進み側フランクの角度 (α_2 すなわち b) とを備え、正で 10° のフランク挟角 を画定する。この実施形態の継ぎ手は、潤滑性および / または耐食性を有するドープフリー溶液被覆を使用して締め付けられた。

【 0 0 3 9】

第 6 実施形態締の締め付けおよび緩め戻しのデータが下の表 6 - 1 および表 6 - 2 に示される。

【表 6 - 1】

20

表 6-1

締め付け操作	最大トルク (ft-lbs.)	ショルダトルク (ft-lbs.)	デルタトルク (ft-lbs.)	ショルダー回転 (回転)	デルタ回転 (回転)	ショルダの RPM	最終回転
1	7820	0	0	0	0	0	1. 013
2	7840	0	0	0	0	0	0. 97

【表 6 - 2】

30

表 6-2

緩め戻し操作	最大トルク (ft-lbs.)	最終回転
1	8420	1. 02
2	8200	0. 98

【 0 0 4 0】

実施例 3 は、進み側フランクが大きい場合、同じ負荷側フランクの角度およびドープフリー条件を維持しても、締め付けおよび緩め戻しのトルク値はより低いことを示す。

【 0 0 4 1】

40

図 5 は、負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度の種々の構成に対するトルクの変化を示す表である。最初の 15 行は、ねじが A P I 5 A 3 ドープで従来通り被覆されている場合の種々のねじ構成に対するトルク値を示す。次の 15 行は、実施例 1、実施例 2、および実施例 3 の実施形態と非常に類似して、ねじが代わりにドープフリー被覆を被覆されているが、外径 7 インチの接続での場合の、種々のねじ構成に対するトルク値を示す。

【 0 0 4 2】

図 6 は、負荷側フランクの角度および進み側フランクの角度の種々の構成の外径 7 インチ接続の代表例に対して、半径の干渉の関数としてトルク値の変化を示すグラフである。下の 3 つの曲線は、ねじが A P I 5 A 3 ドープで従来通り使用される場合の、種々のねじ

50

構成に対するトルク値をプロットしたものである。上の3つの曲線は、実施例1、実施例2、および実施例3の実施形態による、ねじが代わりにドーブフリー被覆を被覆されているが外径7インチの接続での場合の、種々のねじ構成に対するトルク値をプロットしたものである。

【0043】

図7および図8はそれぞれグラフと表である、ドーブフリー被覆を使用する場合に、最大トルクが、予期せぬねじ構造パラメータに、特に約 0.5° と 45° との間の低い正の進み側フランクの角度(β_2 すなわちb)の値に大変依存するという、予期せぬ結果を例示するものである。図8は、それぞれが、約 3° の一定の負荷側フランクの角度(β_1 すなわちa)を有する、種々の台形ねじ上にドーブフリー被覆を採用する管状形態において、代表的なトルク値を例示する。

10

【0044】

また、図7および図8は、約 0.5° の正の最小値に近接する非常に低い正の進み側フランクの角度(β_2 すなわちb)において、ドーブフリー被覆で驚く程より高いトルクが可能であることを例証するものである。これは、固体で非粘性のドーブフリー被覆の、はるかに優れた摩擦係数の結果であると考えられる。この効果は、これらの型のねじ構造における、粘性のあるドーブ圧力効果の前述の問題により、実用においては一層顕著であろうと留意することが重要である。

【0045】

この考えを明確にするために、式1を使用して、 3° の負荷側フランクの角度で 0.5° から 45° まで変化する進み側フランクの角度でのトルク値を比較することが可能である。同様のドーブ被覆されている接続の最大トルク値は、図7および図8に例示されるものよりも、さらに少ないだろう。

20

【0046】

15° よりも下に減少した進み側フランクの角度では、トルク値は、 $2000 \text{ lb} \cdot \text{ft}$ を急激に超えるトルク値まで著しく増加する。図7からは、 15° と 45° との間で(またはより高く)進み側フランクの角度を変化させても、トルク変化は顕著でなく、このため、 15° を超える進み側フランクの角度を選択して高いトルク値を追求することは有用ではないだろうことも分かる。

【図1】

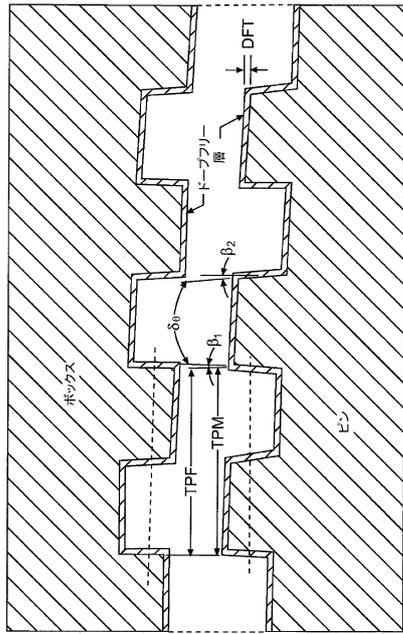


FIG. 1

【図2】

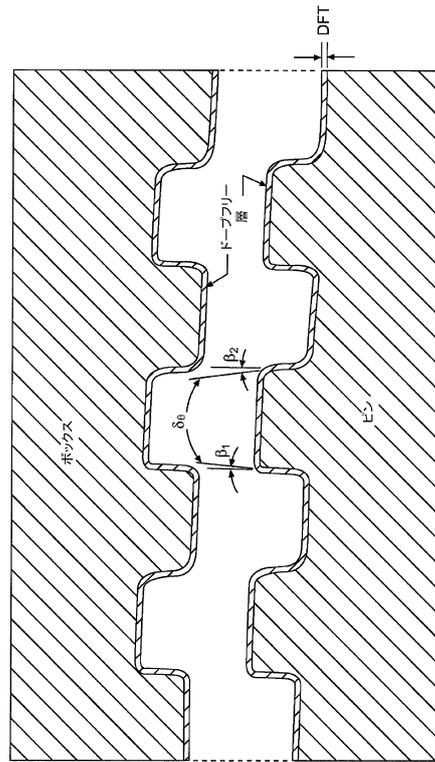


FIG. 2

【図3】

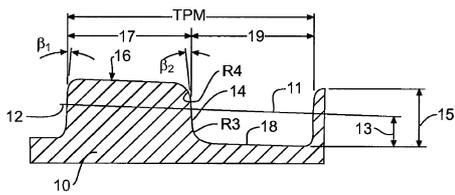


FIG. 3

【図4】

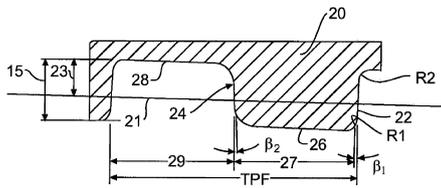


FIG. 4

【図5】

ねじ表面処理	半径の干渉 (mm)	負荷側の角度 [β₁, a]	進み側の角度 [β₂, b]	トルク [lb・R]
ドーブ	0	5	5	0
ドーブ	0.1	5	5	790
ドーブ	0.2	5	5	1,580
ドーブ	0.3	5	5	2,370
ドーブ	0.4	5	5	3,161
ドーブ	0	3	3	0
ドーブ	0.1	3	3	1,258
ドーブ	0.2	3	3	2,516
ドーブ	0.3	3	3	3,774
ドーブ	0.4	3	3	5,031
ドーブ	0	5	3	0
ドーブ	0.1	5	3	965
ドーブ	0.2	5	3	1,931
ドーブ	0.3	5	3	2,896
ドーブ	0.4	5	3	3,861
ドーブフリー	0	5	5	0
ドーブフリー	0.1	5	5	2,370
ドーブフリー	0.2	5	5	4,741
ドーブフリー	0.3	5	5	7,111
ドーブフリー	0.4	5	5	9,482
ドーブフリー	0	3	3	0
ドーブフリー	0.1	3	3	3,774
ドーブフリー	0.2	3	3	7,547
ドーブフリー	0.3	3	3	11,321
ドーブフリー	0.4	3	3	15,094
ドーブフリー	0	5	3	0
ドーブフリー	0.1	5	3	2,896
ドーブフリー	0.2	5	3	5,792
ドーブフリー	0.3	5	3	8,688
ドーブフリー	0.4	5	3	11,584

FIG. 5

【 図 6 】

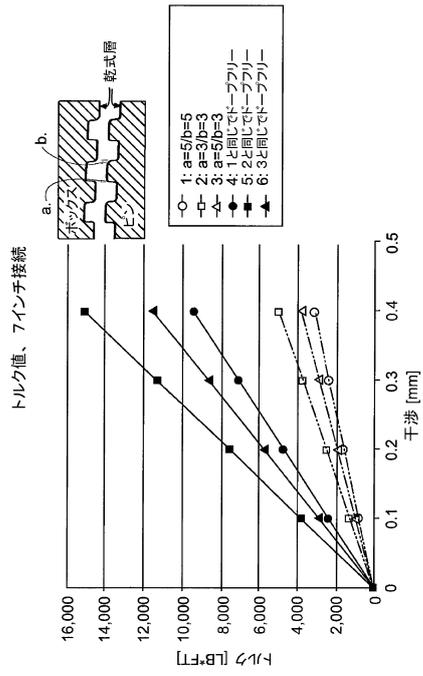


FIG. 6

【 図 7 】

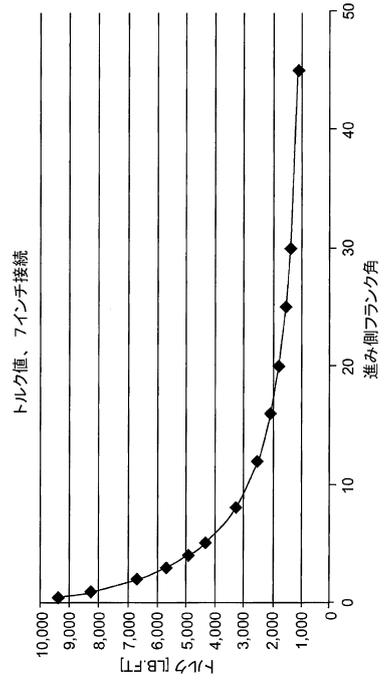


FIG. 7

【 図 8 】

負荷側の角度 [β_1 、a.]	進み側の角度 [β_2 、b.]	トルク [LB*FT]
3	0.5	9,420
3	1	8,292
3	2	6,713
3	3	5,660
3	4	4,908
3	5	4,344
3	8	3,267
3	12	2,501
3	16	2,058
3	20	1,770
3	25	1,529
3	30	1,364
3	45	1,103

FIG. 8

フロントページの続き

(72)発明者 キロガ, フランシスコ・アルフレド
アルゼンチン・(ビー2804エムエイチエイ)・ブエノスアイレス・カンパナ・ドクトルシミニ
250

合議体

審判長 和田 雄二
審判官 出口 昌哉
審判官 平田 信勝

(56)参考文献 特表2006-526747(JP, A)
特開2005-240888(JP, A)
特表2006-502355(JP, A)
特開2002-349775(JP, A)
特開2002-221288(JP, A)
特表2006-515394(JP, A)
特表2004-524483(JP, A)
特開平9-119564(JP, A)
特開平6-281059(JP, A)
特開平11-294650(JP, A)
特開2003-42353(JP, A)
米国特許第5419595(US, A)
米国特許第4988127(US, A)
仏国特許出願公開第2855236(FR, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16L 13/00 - 15/04