

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5849749号
(P5849749)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.
F 1 6 L 15/04 (2006.01)

F 1 6 L 15/04 A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-25825 (P2012-25825)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成24年2月9日(2012.2.9)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2012-193844 (P2012-193844A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成24年10月11日(2012.10.11)	(74) 代理人	100105968
審査請求日	平成26年8月25日(2014.8.25)		弁理士 落合 憲一郎
(31) 優先権主張番号	特願2011-42602 (P2011-42602)	(74) 代理人	100099531
(32) 優先日	平成23年2月28日(2011.2.28)		弁理士 小林 英一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	川井 孝将
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	高橋 一成
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管用ねじ継手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

雄ねじ部と、該雄ねじ部より管端側に延在するノーズ部と、該ノーズ部の先端に設けられたショルダ部とを有するピンと、
前記雄ねじ部とねじ結合されてねじ部をなす雌ねじ部と、前記ピンのノーズ部外周面に相対するシール面と、前記ピンのショルダ部に当接するショルダ部とを有するボックスとを有し、前記ねじ結合により前記ピンとボックスとが結合されてピンの前記ノーズ部外周面とボックスのシール面とがメタル-メタル接触しその接触部がシール部をなす管用ねじ継手であって、
ピン側のノーズ部外周面が外側に凸の曲面形状であり、ボックス側のシール面がテーパ形状であり、
前記ねじ結合の際にボックス側のシール面と最初に接触するピン側のノーズ部外周面上の部位であるシールポイントが、ねじ結合の際に、剛体とみなしたボックスで縮径されたとしたときの縮径量であるシール部における干渉量 δ が0.635～1.27mmであり、
前記シールポイントにおけるピンの断面積が、ピン未加工部である素管部の断面積の35%以上である
ことを特徴とする管用ねじ継手。

【請求項 2】

継手軸方向断面視で、前記ピンのショルダ部の内径側端部と前記シールポイントとを結ぶ直線が、継手軸に対して45°未満の角度をなすよう、前記シールポイントの位置が設

定されてなることを特徴とする請求項1に記載の管用ねじ継手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、管用ねじ継手に関し、詳しくは一般に油井やガス井の探査や生産に使用されるチュービングおよびケーシングを包含する油井管、すなわちOCTG(oil country tubular goods)、ライザー管、ならびにラインパイプなどの鋼管の接続に用いるのに好適な、シール性と耐圧縮性に優れた管用ねじ継手に関する。

【背景技術】

10

【0002】

ねじ継手は、油井管など産油産業設備に使用される鋼管の接続に広く使用されている。オイルやガスの探索や生産に使用される鋼管の接続には、従来API（米国石油協会）規格に規定された標準的なねじ継手が典型的には使用されてきた。しかし、近年、原油や天然ガスの井戸は深井戸化が進み、垂直井から水平井や傾斜井等が増えていることから、掘削・生産環境は苛酷化している。また、海洋や極地など劣悪な環境での井戸の開発が増加していることなどから、耐圧縮性能、耐曲げ性能、外圧シール性能（耐外圧性能）など、ねじ継手への要求性能は多様化している。そのため、プレミアムジョイントと呼ばれる高性能の特殊ねじ継手を使用することが増加しており、その性能への要求もますます増加している。

20

【0003】

プレミアムジョイントは、通常、テーパねじ、シール部（詳しくはメタルタッチシール部）、ショルダ部（詳しくはトルクショルダ部）とをそれぞれ備える、管端部に形成した雄ねじ部材（以下、ピンと呼ぶ）と該ピン同士を連結する雌ねじ部材（以下、ボックスと呼ぶ）とを結合したカップリング形式の継手である。テーパねじは管継手を強固に固定するために重要であり、シール部はボックスとピンとがこの部分でメタル接触することでシール性を確保する役目を担い、ショルダ部は継手の締付け中にストッパの役目を担うショルダ面となる。

【0004】

図6は、油井管用プレミアムジョイントの模式的説明図であり、これらは、円管のねじ継手の縦断面図である。ねじ継手は、ピン3とこれに対応するボックス1とを備えており、ピン3は、その外面に雄ねじ部7と、ピン3の先端側に雄ねじ部7に隣接して設けられたねじの無い長さ部分であるノーズ部8（ピンノーズ8）を有する。ノーズ部8は、その外周面にシール部11を、その端面にはトルクショルダ部12を有する。相対するボックス1は、その内面に、それぞれピン3の雄ねじ部7、シール部11、およびショルダ部12と螺合するか、または接触することができる部分である、雌ねじ部5、シール部13、および、ショルダ部14を有している。

30

【0005】

前記プレミアムジョイントに関する従来技術として、特許文献1が挙げられる。

図6の従来例では、シール部はピンノーズ8の先端部にあり、適正な締付けトルクを与えることにより、所望のシール性能を実現できる。

40

締付けトルクは潤滑条件、表面性状等に影響されるので、これに大きくは依存しない設計として、シール接触圧力の半径方向成分を相対的に強くした半径方向シール方式がある。例えば、特許文献1には、大きなピンシールR形状を持ち、シールテーパ角を小さくした半径方向シール方式の例が開示されている。しかし、このようにシールテーパ角を小さくした、半径方向シール方式の問題点は、締付け時にゴーリングが発生し易い点にあり、特にシール性能の確保およびシールの安定性を目的として、シール干渉量を大きくとる場合には、ゴーリングの発生し易さは格段に大きくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0006】

【特許文献1】実公昭61-44068号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

図6におけるシール部11,13或いは上記半径方向シール方式（以下、ラジアルシール型ともいう）のシール部には、必要十分な接触圧力が負荷されることで、リークやゴーリングの発生しない健全なシール部が形成される。

しかしながら、発明者らが検討したところによれば、ラジアルシール型の鋼管用ねじ継手において、シール性の確保にはピンノーズの剛性の点でまだ改善の余地があった。すなわち、ラジアルシール型でのシール性の確保のためには、ピンノーズ8の剛性が重要であり、シールポイントsp（図1参照；ねじ結合の際にピン3側のノーズ部外周面とこれに相對するボックス1側の内周面（以下、シール面という）とが最初に接触するピン3側のノーズ部外周面上の部位である）における断面積を十分に確保する必要がある。というのは、軸圧縮力が作用する際、シールポイントspにおけるピン断面積 S_1 と未加工部（ねじ加工前の素管相当部）における断面積 S_0 の比に応じた圧縮負荷が作用し、軸圧縮力の大部分をショルダ部で受けるねじ継手構造となっているが、前記断面積の比が適正でないと、シール部近傍にも軸圧縮力に伴う塑性変形が発生するのであり、この塑性変形により、ピンノーズ8には圧縮及び曲げ変形が生じ、シールポイントspにおけるピン3外径が縮小し、この縮小が著しい場合、シール部20の圧力が不十分となり、シール性が確保できなくなるからである。このような課題、更にはその解決策についての知見は過去に無かった。

【課題を解決するための手段】

【0008】

発明者らは、上記の課題を解決するために、前記シールポイントspにおけるピン断面積と未加工部における断面積の比を適正なものとする指針を種々の実験的検討により見出した。

更に発明者らは、ピンの管軸方向断面におけるシールポイントの位置とピンショルダ下端とを結ぶ直線が継手軸方向となす角度を特定範囲とすることにより、ピンのシールポイントにおける軸圧縮力負荷時の変形を減じて、シール性を確保することが可能となることを見出した。

すなわち本発明は次のとおりである。

(1)

雄ねじ部と、該雄ねじ部より管端側に延在するノーズ部と、該ノーズ部の先端に設けられたショルダ部とを有するピンと、

前記雄ねじ部とねじ結合されてねじ部をなす雌ねじ部と、前記ピンのノーズ部外周面に相對するシール面と、前記ピンのショルダ部に当接するショルダ部とを有するボックスとを有し、前記ねじ結合により前記ピンとボックスとが結合されてピンの前記ノーズ部外周面とボックスの前記シール面とがメタル-メタル接触しその接触部がシール部をなす管用ねじ継手であって、

ピン側のノーズ部外周面が外側に凸の曲面形状であり、ボックス側のシール面がテーパ形状であり、

前記ねじ結合の際にボックス側のシール面と最初に接触するピン側のノーズ部外周面上の部位であるシールポイントが、ねじ結合の際に、剛体とみなしたボックスで縮径されたとしたときの縮径量であるシール部における干渉量 δ が $0.635 \sim 1.27 \text{ mm}$ であり、前記シールポイントにおけるピンの断面積が、ピン未加工部である素管部の断面積の35%以上である

ことを特徴とする管用ねじ継手。

(2)

継手軸方向断面視で、前記ピンのショルダ部の内径側端部と前記シールポイントとを結ぶ直線が、継手軸に対して 45° 未満の角度をなすよう、前記シールポイントの位置が設

10

20

30

40

50

定されてなることを特徴とする前記（１）に記載の鋼管用ねじ継手。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、ピンノーズの剛性が向上し、大きな軸圧縮力を受けても圧縮及び曲げ変形によるピン外径縮小を生じにくくして、優れたシール性を確保できる鋼管用ねじ継手の実現する。

さらに、シールポイントを適正な位置に設定することにより、軸圧縮によりピン外径の縮小が生じたとしてもシール部への影響を抑制することにより優れたシール性を確保できる。

【図面の簡単な説明】

10

【００１０】

【図１】本発明の実施形態を示す継手軸方向断面図である。

【図２】図１のシール部形状を、シールテーパ角度 θ 及び干渉量 δ の定義と共に示す拡大断面図である。

【図３】（a）は、ロードフランク角度 β 、スタビングフランク角度 γ 、ねじ部のギャップGの定義を示す断面図、（b）は、シールポイントspの位置指標 x/L の定義を示す断面図である。

【図４】ピンのショルダ部の内径側端部とシールポイントとを結ぶ直線が、継手軸に対してなす角度 α を説明するための継手軸方向断面図である。

【図５】有限要素解析（F E A）により、複合荷重負荷後の相当塑性ひずみ分布を求めた結果を示す図である。

20

【図６】従来の鋼管用ねじ継手を示す断面図であり、（a）は全体断面図、（b）は（a）におけるねじ部を示す拡大断面図、（c）は（a）におけるピンノーズ付近を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

本発明に係る管用ねじ継手は、例えば図１、図２に継手軸方向断面図を示すように、雄ねじ部７と、該雄ねじ部７より管端側に延在するノーズ部８と、該ノーズ部８の先端に設けられたショルダ部１２とを有するピン３と、前記雄ねじ部７とねじ結合されてねじ部をなす雌ねじ部５と、前記ピン３のノーズ部８の外周面に相対するシール面と、前記ピン３のショルダ部１２に当接するショルダ部１４とを有するボックス１とを有し、前記ねじ結合により前記ピン３とボックス１とが結合されてピン３のノーズ部外周面とボックス１のシール面とがメタル-メタル接触しその接触部がシール部２０をなす管用ねじ継手であること（ボックス１のシールテーパ角度 θ が３度以上１０度以下となる従来のラジアルシール型のプレミアムジョイント相当のねじ継手であること）を前提とした。

30

【００１２】

上記前提としたねじ継手では、図３（a）に定義を示すところの、ロードフランク角度 β 、スタビングフランク角度 γ 、ねじ部のギャップGが、ねじ部の形状パラメータとして使用される。

ロードフランク角度 β は、ロードフランク面１８がねじ継手軸との直交線に対してなす角度 β であり、該直交線がロードフランク面の下端（ピン内径側の端）を通るとき、該直交線に対して前記ロードフランク面の上端（ピン外径側の端）が、ピン先端側に位置する場合は正、ピン後端側に位置する場合は負とされる。通常、 $\beta = -10$ 度～ 0 度とされる。

40

【００１３】

スタビングフランク角度 γ は、スタビングフランク面１９がねじ継手軸との直交線に対してなす角度 γ であり、該直交線がスタビングフランク面の下端（ピン内径側の端）を通るとき、該直交線に対して前記スタビングフランク面の上端（ピン外径側の端）が、ピン先端側に位置する場合は負、ピン後端側に位置する場合は正とされる。通常、 $\gamma = 10$ 度～ 30 度とされる。

【００１４】

ねじ部のギャップGは、雄ねじのねじ山７aとこれに噛み合う雌ねじのねじ溝５aとの隙間G

50

である。通常、 $G = 0.025 \sim 0.250$ mmとされる。

本発明では、上記前提において、図2に示すとおり、ピン3側のノーズ部外周面が外側に凸の曲面形状であり、ボックス1側のシール面がテーパ形状である。該テーパ形状をなすテーパ面のテーパ角度 θ は、該テーパ面がねじ継手軸に対してなす角度 θ で定義される。又、シールポイントspは、ねじ結合の際にボックス1側のシール面と最初に接触するピン3側のノーズ部外周面上の部位のことである。

【0015】

シールポイントspのねじ継手軸方向の相対位置は、図3(b)に示すとおり、ねじ部先端（ノーズ部後端）からノーズ部先端にかけてのノーズ部8の長さ（ノーズ長さ）Lに対する、ねじ部先端（ノーズ部後端）からシールポイントspまでの距離xの比で定義されるシールポイント位置指標 x/L で表すものとする。

10

又、図2において、 δ はシール部20における干渉量であり、この干渉量 δ とは、ねじ結合の際にシールポイントspが、剛体とみなしたボックス1で縮径されたとしたときの該縮径量のことである。

【0016】

そして本発明では、図1に示すとおり、シールポイントspにおけるピン3の断面積（継手軸方向に直交する断面の面積） S_1 を、ピン未加工部である素管部の断面積（継手軸方向に直交する断面の面積） S_0 の35%以上、即ち、断面積比 $S_1/S_0 \times 100 \geq 35$ （%）としたことを特徴とする。

断面積比 $S_1/S_0 \times 100 \geq 35$ （%）としたことより、シール部20の耐圧縮性が向上し、大きな軸圧縮力を受けてもピン外径縮小を生じにくくなって、優れたシール性を確保できる。ラジアルシール型のねじ継手において、断面積 S_1 が素管部の断面積の35%未満であると、所要レベルの接触面積圧（面圧を接触長に亘って積分した指標）を確保することが不可能となる。又、より十分な耐圧縮性を得るためには、断面積比 $S_1/S_0 \times 100 \geq 40$ （%）とすることが好ましい。

20

【0017】

尚、断面積比 $S_1/S_0 \times 100$ の上限については、特に限定されないが、テーパねじ加工代およびシールテーパ加工代を考慮すると、肉厚／外径が7～8%程度の厚肉材でも上限は70%程度となる。本発明では、ボックスのシールテーパ角度 θ が10度以下、より好ましくは7度以下、さらに好ましくは5度以下であることが、ピンの半径方向の変形をより効果的に抑制できて好ましい。

30

【0018】

また、本発明では、シールポイント位置指標 x/L は0.2～0.8とするのが好適である。即ち、シール部20をノーズ先端から離して耐外圧性能、耐引張性能の向上を図り、且つ、ねじに対して安定的な性能を持たせるという観点からは、0.8以下が好ましいが、一方、0.2未満であるとねじ結合時の締め付け（メイクアップ；Make Up；略してMU）の際、シール部とねじ部との干渉が生じ易くなるため、0.2以上が好ましい。更に安全のためには0.3以上がより好ましい。

さらに、図4に示すように、管軸方向断面視で、ピン3のショルダ部12の内径側端部12aとシールポイントspとを結ぶ直線（図4中の直線S）が、継手軸に対してなす角度 α が45°未満をなすよう、前記シールポイントの位置が設定されていることが好ましい。軸圧縮力はショルダ部で受ける構造になっているため、大きな軸圧縮力が作用する場合にはピン先端に塑性変形が生じることは不可避である。塑性変形は剪断方向である45度方向に進展していくため、ショルダ部の内径側端部とシールポイントを結ぶ直線の継手軸（軸圧縮力が負荷される方向）に対する傾きを45度未満とすることによりショルダ部の塑性変形のシール部への影響を抑制でき、シール性を確保できる。ここで、上記角度 α は実用的には15度以上となる。角度を極端に小さくするとピン先端の厚みが薄くなりすぎて、塑性変形や座屈が問題となる。先端の厚みの確保と前述のシールポイント位置の制約により15度未満での設計は成立しえない。

40

発明者らは、ISO試験（ISO13679：2002）に規定された複合荷重負荷試験後の相当塑性

50

ひずみ分布を有限要素解析 (F E A) に求めたところ、図 5 に示すように、ピン 3 についてはショルダ部の内径側端部12aと外径側端部12bの近傍に大きな塑性変形が発生し、内径側端部12aに生じた変形は、剪断方向である継手軸方向に対して45度の方向に進展し、内径側端部12aから継手軸に対して45度の角度をもつ直線とノーズ部8の外周面との交差する位置Qよりも先端側では、後端側 (雄ねじ部7のある側) よりも相当塑性ひずみが大きいことが明らかとなった。

なお、図 5 の結果は、外径5-1/2インチ、肉厚0.415インチ、鋼種 P 110 の鋼管の端部に加工してなるピンと、これに対応するボックスからなるねじ継手に対して、VME95%、圧縮率95%からなるシリーズAテストのロードスケジュール負荷したものとして求めたものである。

10

したがって、シールポイントspを内径側端部12aから継手軸に対して45度の角度をもつ直線とノーズ部8の外周面との交差する位置Qよりも後端側に配置することで、つまり、ピン3のショルダ部12の内径側端部12aとシールポイントspとを結ぶ直線が継手軸に対してなす角度 α (図 4 参照) が45°未満となるようにシールポイントの位置を設定することで、軸圧縮力負荷時のシールポイントspでの変形を抑制し、圧縮力負荷後もよりシール性の確保が可能となる。

【0019】

又、ロードフランク角度 β 、スタビングフランク角度 γ 、ねじ部のギャップGは、特に限定されず、それぞれ前記通常値を採用できる。

【実施例】

20

【0020】

外径9+5/8インチ、肉厚0.545インチの鋼管端部を加工してなるピンと、これに対応するボックスとからなるねじ継手について、有限要素解析 (F E A) を実施してMU時の接触面積圧 (面圧を管軸方向の接触長に渡って積分した指標) を同一とした設計で、サンプルを製作し、ISO13679のシリーズAテストを実施した。この実施に当たっては表1に実験条件を示す各水準で実験した。又、表1に示さなかった実験条件として、全ての水準に共通して、ロードフランク角度 $\beta = -5$ 度、スタビングフランク角度 $\gamma = 25$ 度、ねじ部のギャップ $G = 0.06$ mmとした。また、シールポイント位置指標 x/L は、0.5~0.8の範囲内となるように設計した。

このテストは、シリーズAテストでの引張力/圧縮力と内圧/外圧の複合荷重を負荷してシール性を評価するテストであり、ロードスケジュールはVME95%とAPI Collapse圧により定義される。ただし、最大圧縮率 (降伏応力YSに対する負荷圧縮応力の比率) は製造者が任意に設定することになっており、ねじ継手の性能と顧客要求に応じて定めるものである。本テストでは、試験の最大圧縮率は80%とした。さらに、最大圧縮率80%の試験においてリークが発生しなかったねじ継手に対しては、80%を超える最大圧縮率を設定してシール試験を実施し、リークが発生しない最大圧縮率の上限を求めた。

30

【0021】

尚、所定の接触面積圧を得るために非常に大きな干渉量 δ が必要となる比較例2の条件においてはMake&Break (締め付け-締め戻し) テスト時にゴーリングが発生したため、干渉量 δ を本発明例2と同一レベルまで下げた比較例2Aの条件にて実験した。

40

表1に示されるとおり、本発明例は優れたシール性を有することが明らかである。

また、本発明例2と本発明例6とを比較すると、ピン3のショルダ部12の内径側端部12aとシールポイントspとを結ぶ直線が継手軸に対してなす角度 α が45度未満となっている本発明例6のほうが、最大圧縮率が大きい値を示し、耐圧縮性能が優れていることがわかる。同様に、本発明例3と本発明例7とを比較しても、角度 α が45度未満となっている本発明例7のほうが、耐圧縮性能が優れていることがわかる。

【0022】

【表 1】

水準	実験条件					リークが発生しない 最大圧縮率の上限値 (%)	最大圧縮率80%の条件での 試験におけるリーク発生状況
	断面積比 $S_1/S_0 \times 100$ (%)	α^* (度)	ボックスのシール テーパー角度 θ (度)	シール 干渉量 (inch)	MU時の 接触面積圧 (psi·inch)		
本発明例1	35	50	10	0.035	6000	80	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例2	35	60	5	0.033	6000	80	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例3	40	50	10	0.030	6000	90	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例4	40	60	5	0.028	6000	90	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例5	45	50	5	0.025	6000	95	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例6	35	40	5	0.033	6000	90	いずれのLPでもリーク発生無く合格
本発明例7	40	44	10	0.030	6000	95	いずれのLPでもリーク発生無く合格
比較例1	30	50	10	0.040	6000	—	2回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生
比較例2	20	60	5	0.050	6000	—	Make & breakテスト時にゴーリング発生
比較例2A	20	70	5	0.033	4000	—	1回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生
比較例3	25	60	5	0.040	6000	—	1回目のLP14(引張+外圧)でリーク発生
比較例4	30	50	5	0.038	6000	—	2回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生

※ α : ピンのシヨルダ部の内径側端部とシールポイントspとを結ぶ直線が継手軸に対してなす角度

【符号の説明】

【 0 0 2 3 】

10

20

30

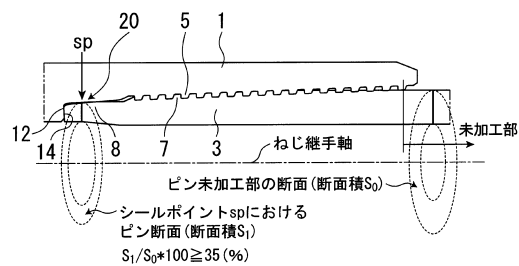
40

50

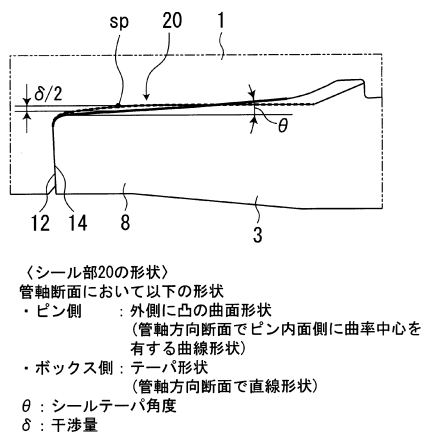
- 1 ボックス
- 3 ピン
- 5 雌ねじ部
- 5a 雌ねじのねじ溝
- 7 雄ねじ部
- 7a 雄ねじのねじ山
- 8 ノーズ部（ピンノーズ）
- 11,13,20 シール部（詳しくはメタルタッチシール部）
- 12,14 ショルダ部（詳しくはトルクショルダ部）
- 18 ロードフランク面
- 19 スタビングフランク面

10

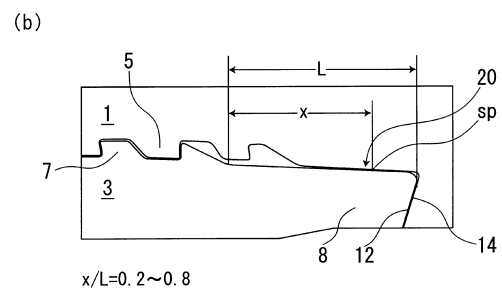
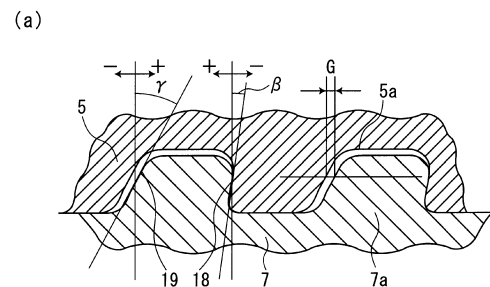
【図 1】



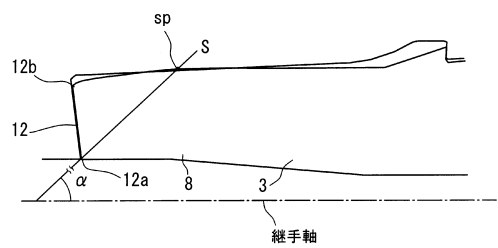
【図 2】



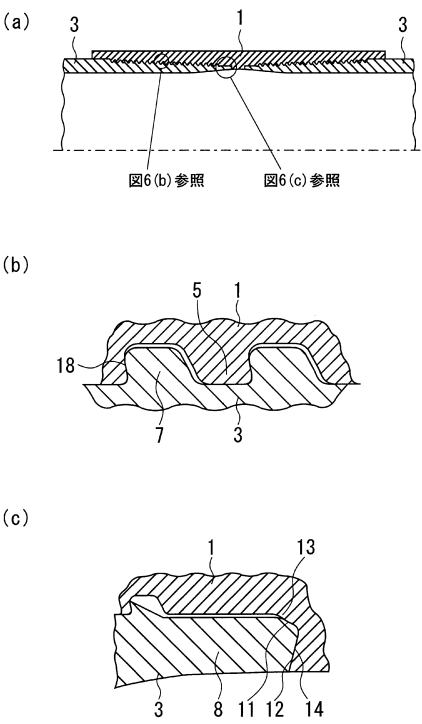
【図 3】



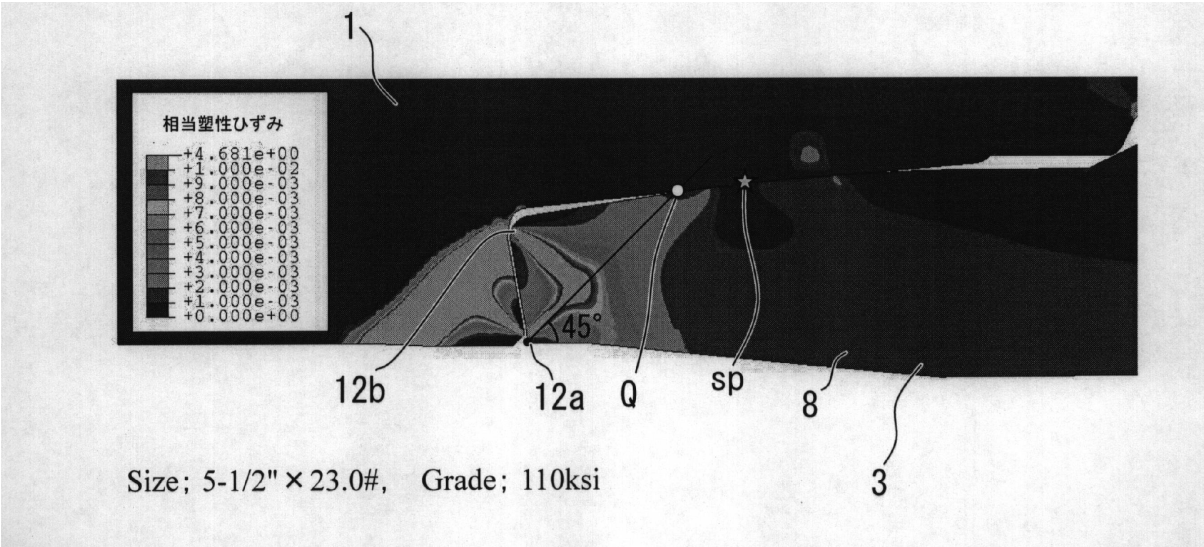
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 近常 博
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 吉川 正樹
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 ▲高▼野 順
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 長濱 拓也
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 植田 正輝
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 園部 治
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 渡邊 洋

- (56)参考文献 特開2005-351324 (JP, A)
特表2006-526747 (JP, A)
実公昭61-044068 (JP, Y2)
特表2011-501075 (JP, A)
特公平3-19434 (JP, B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16L15/00-15/08