

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5978953号
(P5978953)

(45) 発行日 平成28年8月24日(2016.8.24)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

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

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-257476 (P2012-257476)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成24年11月26日(2012.11.26)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2014-105731 (P2014-105731A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成26年6月9日(2014.6.9)	(74) 代理人	100105968
審査請求日	平成27年8月25日(2015.8.25)		弁理士 落合 憲一郎
		(74) 代理人	100099531
			弁理士 小林 英一
		(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、

前記ピンをなす部材側のシール部にする部材外周面部分が、部材軸方向断面視で部材界面内に在って部材内に弦を持つ円弧である凸円弧の部材軸周りの回転軌跡である凸曲面であり、

前記ボックスをなす部材側のシール部にする部材内周面部分が、近ショルダ部側に位置する第1のテーパと遠ショルダ部側に位置する第2のテーパを、部材軸方向断面視で部材境界面内に在って部材外に弦を持つ円弧である凹円弧の部材軸周りの回転軌跡である凹曲面を介して接続してなる複合曲面であり、

前記複合曲面内の前記凹円弧の曲率半径 R_b と前記凸曲面内の前記凸円弧の曲率半径 R_p とは、 $R_b \geq R_p \times 0.7$ 、を満たすことを特徴とする管用ねじ継手。

【請求項2】

前記第 1、第 2 のテーパ角 θ_1 、 θ_2 は、 $1 - 2 \times 0.5$ 度、を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の管用ねじ継手。

【請求項 3】

前記凹曲面内に、シール干渉量が最大となる部材軸方向位置であるシールポイントが配位されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 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 O C T G (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、耐圧縮性、耐ゴーリング性に優れた管用ねじ継手に関する。

【背景技術】

【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 A P I (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。

【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を有する。

【0004】

図 7 は、油井管用プレミアムジョイントの従来例を示す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(ピンノーズとも云う) 8 を有する。ノーズ部 8 は、その外周面にシール部(詳しくは、メタルタッチシール部) 11 を、その端面にはショルダ部(詳しくは、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。

【0005】

図 7 の従来例では、シール部 11 がピン 3 の先端部にあり、適正な締付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のであるが、締付トルクは潤滑条件、表面性状等に影響されるので、これら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(ラジアルシール型とも云う)がある。

前記ラジアルシール型のプレミアムジョイントでは、通常、シール部は、テーパ同士の接触で形成するシール部である(従来技術 A と云う)か、あるいは、テーパと、部材軸方向断面視で部材境界面内に在って部材内に弦を持つ円弧である凸円弧の部材軸周りの回転軌跡が成す曲面である凸曲面との接触で形成するシール部である(従来技術 B と云う)か

10

20

30

40

50

の何れかである。

【0006】

従来技術 B には、例えば、今日の最大範囲の通常の作業条件に対して優秀なシール特性を有する長い管路の作成を許し、かつ数回の組立及び分解の後でも最適性能を保証し、又、運転負荷に対して高度の抵抗を有する継手とする目的で、シール部の継手軸方向断面形状を、ピン側は凸円弧、ボックス側は直線とし、ピン側シール部の凸円弧の半径（曲率半径）を管外径により異なる数値に限定すること（特許文献 1 参照）などが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特許第 4300187 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

然し、本発明者らの検討によると、前記従来技術 A（テーパ同士の接触で形成するシール部）や従来技術 B（テーパと凸曲面との接触で形成するシール部）では、以下に述べる難点があって、シール性及び耐ゴ어링性を十分向上させる事が困難であると云う課題があることが分った。

従来技術 A では、テーパ同士でテーパ角（継手軸に対するテーパの鋭角側の傾斜角度）にミスマッチがあった場合に片当たりが発生する。又、従来技術 A では、テーパ同士の接触域両端に極端に高い接触面圧が発生する為ゴ어링が起り易くなる。

【0009】

従来技術 B では、管軸方向（＝継手軸方向）引張時のシール性低下（接触面圧低下）を抑制する為にはシールテーパ角を小さくする事が有効であるが、MU（＝Make-Up；締付）時の摺動距離が長くなり、ゴ어링が起り易くなる。一方、従来技術 B では、凸円弧の曲率半径を大きくすると接触長が長くなりシール性が向上すると共に、最大接触面圧が低くなり、ゴ어링のリスクが低減可能である。ところが、曲率半径を変更すると接触長と最大接触面圧が連動して変化する為、接触長が長く最大接触面圧も高い状態を実現する為には過大なシール干渉量を与えるしかなく、やはりゴ어링の問題が発生してしまう。

【0010】

尚、本明細書において、シール干渉量とは、ねじ継手のピン側になるピン部材とボックス側になるボックス部材との両部材の部材軸方向断面図同士を、軸同士及びショルダ面同士が一致する様に、重ね合わせてなる継手組立図において、前記重ね合わせにより形成された両部材の干渉部の、部材軸（＝継手軸）方向位置における部材直径寸法の差（ピンの外径とボックスの内径の差＝直径あたりの重なり寸法）を意味する。前記干渉部は、両部材をねじ結合してなるねじ継手のシール部に対応する。又、前記シール干渉量が最大となる部材軸方向位置をシールポイントと称する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは前記課題を解決する手段について鋭意検討した結果、ボックスをなす部材側のシール部にする部材内周面部分を、2つのテーパが凹曲面、即ち、部材軸方向断面視で部材境界面内に在って部材外に弦を持つ円弧である凹円弧の部材軸周りの回転軌跡がなす曲面、を介して接続されてなる複合曲面とし、ピンをなす部材側のシール部にする部材外周面部分を、凸曲面、即ち、部材軸方向断面視で部材境界面内に在って部材内に弦を持つ円弧である凸円弧の部材軸周りの回転軌跡がなす曲面、とする事が効果的であるとの知見を得、これに基づいて、以下の要旨構成になる本発明を成した。

(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

10

20

30

40

50

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、

前記ピンをなす部材側のシール部にする部材外周面部分が、部材軸方向断面視で部材界面内に在って部材内に弦を持つ円弧である凸円弧の部材軸周りの回転軌跡である凸曲面であり、

前記ボックスをなす部材側のシール部にする部材内周面部分が、近ショルダ部側に位置する第1のテーパと遠ショルダ部側に位置する第2のテーパを、部材軸方向断面視で部材境界面内に在って部材外に弦を持つ円弧である凹円弧の部材軸周りの回転軌跡である凹曲面を介して接続してなる複合曲面であり、

前記複合曲面内の前記凹円弧の曲率半径 R_b と前記凸曲面内の前記凸円弧の曲率半径 R_p とは、 $R_b = R_p \times 0.7$ 、を満たすことを特徴とする管用ねじ継手。

(2) 前記第1、第2のテーパ夫々のテーパ角 θ_1 、 θ_2 は、 $\theta_1 - \theta_2 = 0.5$ 度、を満たすことを特徴とする前記(1)に記載の管用ねじ継手。

(3) 前記凹曲面内に、シール干渉量が最大となる部材軸方向位置であるシールポイントが配位されたことを特徴とする前記(1)又は(2)に記載の管用ねじ継手。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、上記構成を採用した事で、従来よりもシール性及び耐ゴ어링性に優れる管用ねじ継手が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態の一例を示す継手軸方向断面図である。

【図2】本発明によるシール部の接触面形状を示す模式図である。

【図3】Make-up時のFEA(有限要素解析)による接触面圧の接触長方向分布を示す線図である。

【図4】本発明例についてISO試験に規定された複合荷重負荷後の相当塑性ひずみ分布をFEA計算した結果を示す等ひずみ区域図である。

【図5】FEA(有限要素解析)によるゴ어링指数の接触長方向分布を示す線図である。

【図6】FEA(有限要素解析)による複合荷重負荷時のロードステップ2、12、13に対する接触面積圧を本発明例(水準4)と比較例(水準11)とで比較した棒グラフである。

【図7】シール部がピン先端部にある従来例を示す継手軸方向断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1は、本発明の実施形態の一例を示す軸方向断面図である。この図はピン3とボックス1の軸方向断面図同士を、軸同士及びショルダ面22、24同士が一致する様に、重ね合わせてなる継手組立状態を示している。尚、ねじ結合時には同心軸化して継手軸になる、ピン軸(管軸との同心軸である)、ボックス軸の何れかである部材軸、略して軸は、図示を省略した。この図において、前記重ね合わせにより形成されたピン3外径側とボックス1内径側との干渉部20は、ピン3とボックス1とのねじ結合時にシール部21(図2参照)となる。

【0015】

干渉部20において、ピン3側の外周面は、ピン3内に弦(図示省略)を持つ曲率半径 R_p の円弧である凸円弧9の軸周りの回転軌跡である凸曲面10であり、一方、ボックス側の内周面は、近ショルダ部側(ショルダ部14に近い側)に位置する第1のテーパ15と遠ショルダ部側(ショルダ部14から遠い側)に位置する第2のテーパ16を、ボック

10

20

30

40

50

ス1外に弦(図示省略)を持つ曲率半径 R_b の円弧である凹円弧17の部材軸周りの回転軌跡である凹曲面18を介して接続してなる複合曲面19である。

【0016】

凹円弧17、凸円弧9夫々の曲率半径 R_b 、 R_p は、 $R_b = R_p \times 0.7$ 、を満たす。

図2は、干渉部20のシール形状(ピンノーズ8の外周面形状とボックス1側のピンノーズ対向部の内周面形状)に対応するシール部21の接触面形状を示す模式図であり、この図において、30は凹曲面18と凸曲面10とがメタル-メタル接触してなるシール円弧部、31は第1のテーパ15と凸曲面10とがメタル-メタル接触してなる第1のシールテーパ部、32は第2のテーパ16と凸曲面10とがメタル-メタル接触してなる第2のシールテーパ部、33、34は凹円弧17と第1、第2夫々のテーパ15、16との繋ぎ目である。

10

【0017】

第1のシールテーパ部31のシールテーパ角(継手軸に対するシールテーパ部の鋭角側の傾斜角度)は、 θ_1 と殆ど等しくなり、第2のシールテーパ部32のシールテーパ角は、 θ_2 と殆ど等しくなる。

シール部21にするピン1側の外周面部分を凸曲面10とし、ボックス3側では第1、第2のテーパ15、16を連結する曲線として凹円弧17を適用する事で、シール円弧部30の接触面圧が抑制され、耐ゴーリング性が向上する。

【0018】

凹円弧17の曲率半径 R_b は凸円弧9の曲率半径 R_p と比べて小さい方が接触長を確保しつつも接触面圧は抑制できて好ましいが、 R_b が過小であると繋ぎ目33、34付近に非接触部分(隙間)が生じ、隙間に残存したコンパウンドがシール性を阻害する。斯かる不具合を回避する為に、 $R_b = R_p \times 0.7$ 、を満たす必要がある。但し、 $R_b > R_p \times 2$ 、となると、接触面圧低減効果が小さくなり、過大な場合には単一テーパシールと実質的に同じとなってしまいうから、 $R_b = R_p \times 2$ 、とする事が好ましい。即ち、好ましくは、 R_b は、 $R_p \times 0.7$ 以上 $R_p \times 2$ 以下である。

20

【0019】

又、管軸方向引張時の接触面圧低下を抑制する観点から、ボックス3の遠シヨルダ部側のテーパである第2のテーパ16のテーパ角 θ_2 (第2のシールテーパ部32のシールテーパ角に殆ど等しい)を小さくする事、例えば $\theta_2 = 3 \sim 10$ 度、とする事が好ましい。一方、近シヨルダ部側のテーパである第1のテーパ15のテーパ角 θ_1 (第1のシールテーパ部31のシールテーパ角に殆ど等しい)は、管軸方向圧縮時にその力を受け易くする観点から、 θ_1 と θ_2 との角度差 $\theta_1 - \theta_2 = 0.5$ 度、を満たす事が好ましい。但し、

30

θ_1 が過大であると、第1、第2の何れか一方或いは両方のテーパの部位での接触が無くなり、繋ぎ目33、34での接触で発生させて得られる筈の大きな接触面圧が得られなくなる懸念がある。この不具合を回避する為に、 θ_1 は、 4 度とするのがより好ましい。即ち、より好ましくは、 θ_1 は、 0.5 度以上 4 度以下である。

【0020】

ところで、従来のシール形状では、シール干渉量が最大となる部材軸方向位置であるシールポイントにおいて最大接触面圧が発生し、複合荷重例えば引張-圧縮の繰り返し等の荷重を受けた際に塑性変形が発生してシール性が低下し易い。これに対し、本発明では、シールポイントを凹円弧17域内に配位する事により、接触面圧を低減する事ができ、以てシール性低下を抑制する事ができる。従って、本発明では、凹曲面18内にシールポイントが配位されたねじ継手である事が好ましい。

40

【実施例】

【0021】

外径 $9 - 5/8$ " \times 肉厚 0.545 "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管用ねじ継手について、有限要素解析(FEA)を実施してMU(Make-Up; 締付)時の接触面積圧(接触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、表1にシール形状及び評価パラメータを示すサンプルを製作し

50

、 I S O 1 3 6 7 9 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。尚、実験では、 M U 完了時の接触面積圧が 6 0 0 0 p s i - i n c h となる様にシール干渉量と M U トルクを調整した。

【 0 0 2 2 】

実験結果を表 1 に示す。表 1 より、比較例と比べて、本発明例では、より優れたシール性が発現し、又、本発明例においてシールポイントを凹曲面（凹円弧）内に配位した例では、より一層優れたシール性が発現した事が明らかである。

【 0 0 2 3 】

【表 1】

水準	シール形状				評価パラメータ			実験条件 最大圧縮率(YS比: %)	実験結果	備考
	ピン(凸円弧) Rp(°)	ボックス		第2の テーパ $\alpha 2$ (度)	円弧半径比 Rb/Rp	テーパ角度差 $\Delta \alpha$ (度)	シールポイント配位			
		第1の テーパ $\alpha 1$ (度)	凹円弧 Rb(°)							
1	1.0	3.3	2.0	3.0	2.00	0.3	※1	80	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
2	2.0	4.0	2.0	3.5	1.00	0.5	※1	90	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
3	0.4	7.0	1.0	5.0	2.50	2.0	※2	85	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
4	1.0	7.0	1.5	5.0	1.50	2.0	※2	95	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
5	1.2	7.0	1.5	5.0	1.25	2.0	※2	95	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
6	2.0	7.5	2.2	6.0	1.10	1.5	※2	95	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
7	3.0	6.0	3.3	5.0	1.10	1.0	※2	95	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
8	3.0	5.5	2.5	4.0	0.83	1.5	※2	95	何れのLPでもリーク発生無く合格	本発明例
9	1.5	7.5	1.0	4.5	0.67	3.0	※2	80	2回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生	比較例
10	1.0	3.0							MU時にゴーリング発生	比較例
11	0.2	6.0						80	1回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生	比較例
12	3.0	3.0						80	3回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生	比較例
13	3.0	5.0						80	2回目のLP2(引張+内圧)でリーク発生	比較例

註)※1:第2のテーパ内、※2:凹曲面(凹円弧)内

【 0 0 2 4 】

図 3 は、 M a k e - u p 時の F E A (有限要素解析)による接触面圧の接触長方向分布を示す線図である。図中の曲線は夫々表 1 の水準 4 (本発明例)、および水準 1 1 (比較例)に対する結果である。なお、接触長および接触面圧は水準 1 1 (比較例)の分布に基づき無次元化して表示している。この図より、本発明例では M a k e - u p 時の分布は接触長が長く最大面圧は過大でないことが分る。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、本発明例(水準 4)について I S O 試験に規定された複合荷重負荷後の相当塑性ひずみ分布を F E A 計算した結果を示す等ひずみ区域図である。この図より、シールポイントを凹曲面 1 8 (凹円弧 1 7)内に配位した事で、ひずみの集中する部位が複数に分かれ、塑性変形が起り難くなる事が分る。

図 5 は、 F E A (有限要素解析)によるゴーリング指数の接触長方向分布を示す線図である。図中の曲線は夫々表 1 の水準 4 (本発明例)、および水準 1 1 (比較例)に対する結果である。なお、接触長および接触面圧は水準 1 1 (比較例)の分布に基づき無次元化して表示している。此处で、ゴーリング指数とは、ねじ締付け時のゴーリングリスクを表す指標として、締付け開始から完了までのシール部の接触点各位置における「摩擦係数 μ × 摺動距離 × 接触面圧」の積分計算値として定義した値であり、ゴーリング指数が小さいほどゴーリングリスクは小さい。この図より、本発明例では比較例に比べ、摺動距離が増しても接触面圧が抑制されていることからゴーリング指数の低減が可能である事が分る。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、 I S O 1 3 6 7 9 : 2 0 0 2 のシール性評価試験におけるシリーズ A テストの引張/圧縮および内圧/外圧による複合荷重負荷時の L P (L o a d P o i n t) 2、1 2、1 3 に対して、 F E A により接触面積圧を計算した結果を示す棒グラフである。なお、棒グラフは本発明例(水準 4)と比較例(水準 1 1)についての接触面積圧を水準 1 1 の各ロードステップの値に基づき無次元化して表示している。耐内圧シールにて問題となるのは最大引張力および内圧が作用する L P (L o a d P o i n t) 2 である。一方で耐外圧シールにて問題となるのは最大外圧のみが作用する L P 1 2 および高い外圧に加

10

20

30

40

50

えて引張力も作用するLP13である。このグラフより、本発明例では比較例に比べ、接触面積圧が向上してシール性が向上することがわかる。

【符号の説明】

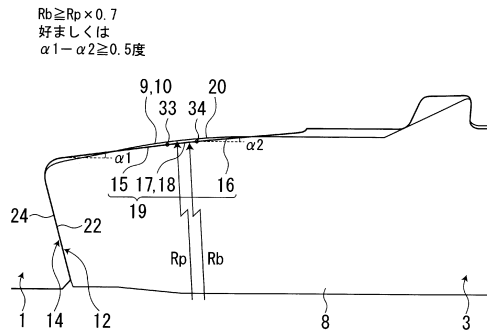
【0027】

- 1 ボックス
- 3 ピン
- 5 雌ねじ部
- 7 雄ねじ部
- 8 ノーズ部（ピンノーズ）
- 9 凸円弧
- 10 凸曲面
- 11, 13 シール部（メタルタッチシール部）
- 12, 14 ショルダ部（トルクショルダ部；12はピン側、14はボックス側）
- 15 第1のテーパ
- 16 第2のテーパ
- 17 凹円弧
- 18 凹曲面
- 19 複合曲面
- 20 干渉部
- 21 シール部
- 22, 24 ショルダ面（22はピン側、24はボックス側）
- 30 シール円弧部
- 31 第1のシールテーパ部
- 32 第2のシールテーパ部
- 33, 34 繋ぎ目（凹円弧とテーパとの繋ぎ目）

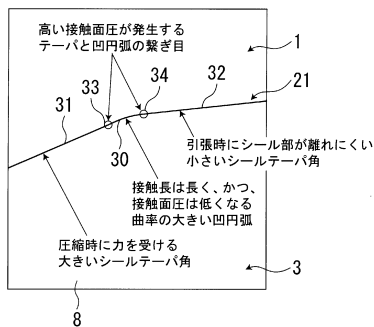
10

20

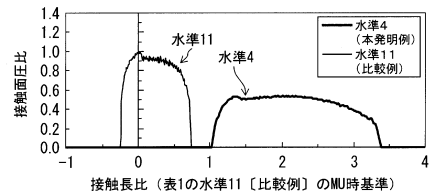
【図1】



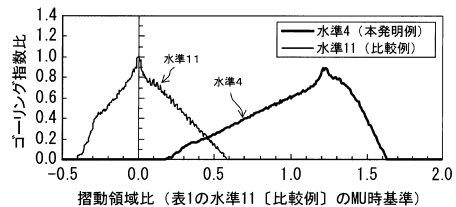
【図2】



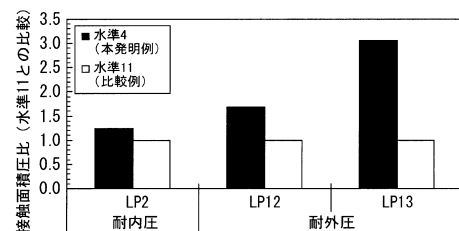
【図3】



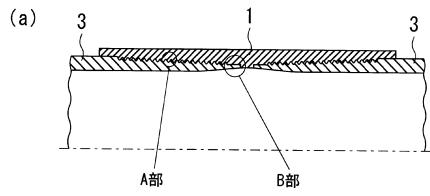
【図5】



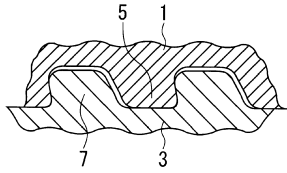
【図6】



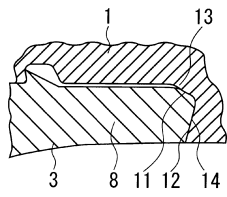
【図7】



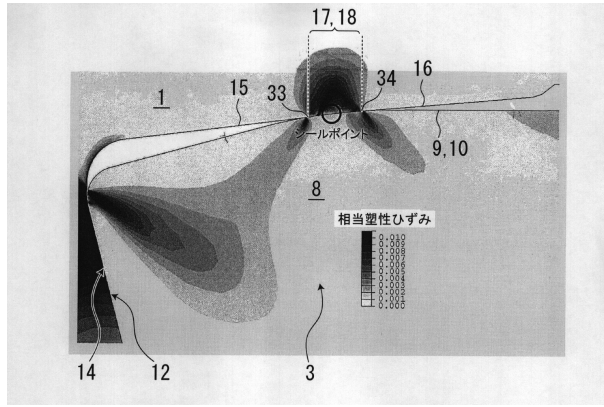
(b) (A部拡大)



(c) (B部拡大)



【図4】



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

審査官 磯部 賢

- (56)参考文献 特開2005-308201(JP,A)
特開2012-031988(JP,A)
特開平05-087275(JP,A)
特表2012-506000(JP,A)
特開平08-135855(JP,A)
特開平08-247351(JP,A)
特開2012-067909(JP,A)
米国特許第04692988(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16L 15/00 - 15/08
E21B 17/042