

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7120179号
(P7120179)

(45)発行日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(24)登録日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類 F I
F 1 6 L 15/04 (2006.01) F 1 6 L 15/04 A

請求項の数 4 (全10頁)

(21)出願番号	特願2019-145426(P2019-145426)	(73)特許権者	000001258
(22)出願日	令和1年8月7日(2019.8.7)		J F E スチール株式会社
(62)分割の表示	特願2017-550261(P2017-550261))の分割		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
原出願日	平成29年7月20日(2017.7.20)	(74)代理人	100184859
(65)公開番号	特開2019-190665(P2019-190665 A)	(74)代理人	弁理士 磯村 哲朗
(43)公開日	令和1年10月31日(2019.10.31)	(74)代理人	100123386
審査請求日	令和2年7月20日(2020.7.20)	(74)代理人	弁理士 熊坂 晃
(31)優先権主張番号	特願2016-163959(P2016-163959)	(74)代理人	100196667
(32)優先日	平成28年8月24日(2016.8.24)	(74)代理人	弁理士 坂井 哲也
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74)代理人	100130834
		(72)発明者	山口 正男
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		審査官	J F E スチール株式会社内
			杉山 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 油井管用ねじ継手

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼管の先端側に環状外周面部と、該環状外周面部から鋼管の軸方向に鋼管の中央に向けて雄ねじ部を設け、該雄ねじ部の前記先端側に第一のショルダ部を有するピンと、

前記ピンを内部に收容する空洞を有し、該空洞に前記雄ねじ部に螺合する雌ねじ部と、前記環状外周面部に接触、衝合する環状内周面部を設け、前記空洞に前記ピンの前記第一のショルダ部に当接可能な第二のショルダ部を有するボックスとを有し、

前記雄ねじ部と前記雌ねじ部が螺合することにより前記ピンと前記ボックスが結合されて前記環状外周面部と前記環状内周面部が接触し、その接触部がシール部をなす油井管用ねじ継手であって、

前記ピンの前記第一のショルダ部および前記ボックスの前記第二のショルダ部を互いに当接させた管軸方向断面において、

前記ピンの前記シール部をなす前記環状外周面部を凸円弧状に、前記ボックスの前記シール部をなす前記環状内周面部を凹円弧状に形成し、

前記ピンの前記環状外周面部の円弧に対する前記ボックスの前記環状内周面部の円弧の曲率半径の差を - 1 0 ~ + 1 % とし、

以下の式(1)、式(2)及び式(3)を満たす油井管用ねじ継手。

$$L_b = R_{b1} + (R_{b2} - R_{b1}) \times \cos \theta_{b1} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$L_p = R_{p1} + (R_{p2} - R_{p1}) \times \cos \theta_{p1} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$L = |L_b - L_p| \geq 2 \text{ mm} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、

L_b : 前記ボックスの前記シール部をなす円弧 B_1 の中心位置 C_b と前記ボックスの奥端 B_t との管軸方向距離である。

L_p : 前記ピンの前記シール部をなす円弧 P_1 の中心位置 C_p と前記ピンの先端 P_t との管軸方向距離である。

$L = |L_b - L_p|$: 前記ボックスの前記シール部をなす円弧 B_1 の中心位置 C_b から前記ボックスの奥端 B_t までの管軸方向距離と、前記ピンの前記シール部をなす円弧 P_1 の中心位置 C_p から前記ピンの先端 P_t までの管軸方向距離との差である。

b_1 : 前記ボックスにおける前記シール部及びショルダ部を接続する円弧の中心角であり、 50° 以上 70° 以下である。 10

p_1 : 前記ピンにおける前記シール部及びショルダ部を接続する円弧の中心角であり、 58° 以上 70° 以下である。

R_{b1} : 前記ボックスにおける前記シール部及び前記ショルダ部を接続する円弧の半径であり、 0.8 mm 以上 1.4 mm 以下である。

R_{b2} : 前記ボックスの前記シール部をなす円弧 B_1 の半径であり、 4 mm 以上 30 mm 以下である。

R_{p1} : 前記ピンにおける前記シール部及びショルダ部を接続する円弧の半径であり、 1.1 mm 以上 2.5 mm 以下である。

R_{p2} : 前記ピンの前記シール部をなす円弧 P_1 の半径であり、 4 mm 以上 30 mm 以下である。 20

【請求項 2】

前記式 (3) における L を $0.5 \sim 2.0\text{ mm}$ とする請求項 1 に記載の油井管用ねじ継手。

【請求項 3】

前記式 (3) における L を 1 mm 以下とする請求項 1 または 2 に記載の油井管用ねじ継手。

【請求項 4】

前記ピンの前記シール部と前記ショルダ部を前記環状外周面部の円弧よりも小さな 1 つの円弧で接続し、かつ前記ボックスの前記シール部と前記ショルダ部を前記環状内周面部の円弧よりも小さな 1 つの円弧で接続する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の油井管用ねじ継手。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に油井やガス井の探査や生産に使用される油井管、すなわち OCTG (oil country tubular goods) などの鋼管の接続に最適な、シール性に優れた油井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。 40
 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。

プレミアムジョイントは、通常、各パイプに、テーパねじ、メタルタッチシール部 (以下、シール部と称する場合もある)、トルクショルダ部 (以下、ショルダ部と称する場合 50

もある)を備える雄ねじ部材と雌ねじ部材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る。メタルタッチシール部は雌ねじ部材(以下、ボックスと称する)と雄ねじ部材(以下、ピンと称する)が接触することでシール性を確保する役目を担い、トルクショルダ部は継手の締め付け中にストッパの役目を担うショルダ面となる。

図3A, 3B, 3Cは、カップリング形式の油井管用プレミアムジョイントを模式的に説明する図であり、これらは円管のねじ継手の管軸方向の断面図である。ねじ継手は、ピン1と、これに対応するボックス2を備える。ピン1は、その外面に、雄ねじ部4と、ピン1の先端に雄ねじ部4に隣接して設けられたノーズ部5と呼ばれるねじ無し部とを有する。ノーズ部5は、その外周面にメタルタッチシール部7を有し、その端面にはトルクショルダ部9を有する。相対するボックス2は、その内面に、それぞれピン1の雄ねじ部4、メタルタッチシール部7、およびトルクショルダ部9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3、メタルタッチシール部8、およびトルクショルダ部10を有する。

【0003】

シール性を改善したプレミアムジョイントに関する従来技術として、例えば、特許文献1には、ピン側のシール部の表面と、これに対応するボックス側のシール部の表面の曲率半径をほぼ同一にすることにより、ピンとボックスを完全にかみ合わせた時の応力集中を小さくし、内圧や外力が加わってもシールを破れ難くした管継手が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開昭60-260792号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、ピン側およびボックス側のシール部の表面を3つの円弧に分け、ほぼ同一の曲率半径にしているが、円弧の位置を明確に規定しておらず、嵌合時のシール部の十分な接触状態を必ずしも担保できないため、シール性の確保に課題を有していた。

【0006】

本発明は係る問題に鑑み、シール性に優れた油井管用ねじ継手を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、上記課題達成のため、鋭意研究を行った結果、次の知見を得た。

【0008】

本発明では、ピンのシール部をなす環状外周面部の円弧の一部とボックスのシール部をなす環状内周面部の円弧の一部との曲率半径の差を所定の範囲にすること、かつ、ピンのシール部をなす環状外周面部の円弧の一部とボックスのシール部をなす環状内周面部の円弧の一部との中心位置を管軸方向距離の差で2mm以下に近接させることにより、シール性を大幅に向上できることがわかった。

【0009】

本発明は前述の知見に基づいてなされたものであり、以下を要旨とするものである。

[1] 鋼管の先端側に環状外周面部と、該環状外周面部から鋼管の軸方向に鋼管の中央に向けて雄ねじ部を設けたピンと、前記ピンを内部に收容する空洞を有し、該空洞に前記雄ねじ部に螺合する雌ねじ部と、前記環状外周面部に接触、衝合する環状内周面部を設けたボックスとを有し、前記雄ねじ部と前記雌ねじ部が螺合することにより前記ピンと前記ボックスが結合されて前記環状外周面部と前記環状内周面部が接触し、その接触部がシール部をなす油井管用ねじ継手であって、前記ピンの前記シール部をなす前記環状外周面部

10

20

30

40

50

を凸円弧状に、前記ボックスの前記シール部をなす前記環状内周面部を凹円弧状に形成し、前記ピンの前記環状外周面部の円弧に対する前記ボックスの前記環状内周面部の円弧の曲率半径の差を $\pm 10\%$ 以内とし、前記ピンの前記環状外周面部の円弧の中心位置と前記ボックスの前記環状内周面部の円弧の中心位置との管軸方向距離の差が 2 mm 以下とする油井管用ねじ継手。

[2] 前記ピンの前記環状外周面部の円弧の中心位置と前記ボックスの前記環状内周面部の円弧の中心位置との管軸方向距離の差が 1 mm 以下とする [1] に記載の油井管用ねじ継手。

[3] 前記ピンのシール部とショルダ部を前記環状外周面部の円弧よりも小さな円弧で接続し、かつ前記ボックスのシール部とショルダ部を前記環状内周面部の円弧よりも小さな円弧で接続する [1] または [2] に記載の油井管用ねじ継手。

なお、本発明において、シール性に優れたとは、ISO 13679 : 2002 に準拠したシール性評価試験を行った場合に、 80% 以上の圧縮応力を負荷してもリークが発生しないことをいう。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、シール性に優れた油井管用ねじ継手が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1A, 1B, 1Cは、本発明の実施形態の一例を説明する結合された油井管用ねじ継手の断面図であり、それぞれ図1Aは、管軸方向断面図、図1Bは、結合中のシール部近傍の一部拡大断面図、図1Cは、結合後のシール部近傍の一部拡大断面図である。

【図2】図2A, 2B, 2Cは、図1Aにおけるシール部近傍の一部拡大断面図であり、それぞれ図2Aは、ノーズ部付近を示す拡大断面図、図2Bは、シール部付近を示すボックスの拡大断面図、図2Cは、シール部付近を示すピンの拡大断面図である。

【図3】図3A, 3B, 3Cは、従来の鋼管用ねじ継手の一例を示す断面図であり、それぞれ図3Aは、管軸方向断面図、図3Bは、結合後のシール部付近を示す拡大断面図、図3Cは、結合後のねじ部分を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明について詳細に説明する。図1A, 1B, 1Cは、本発明の実施形態の一例を説明する油井管用ねじ継手の断面図であり、それぞれ図1Aは、管軸方向断面図、図1Bは、結合中のシール部近傍の一部拡大断面図、図1Cは、結合後のシール部近傍の一部拡大断面図である。

【0013】

本発明の油井管用ねじ継手は、例えば、図1A, 1Bに示すように、ピン1とボックス2がねじ結合により結合された鋼管用ねじ継手である。ピン1は、雄ねじ部4と、雄ねじ部4より管端側に延在するノーズ部5を有し、ノーズ部5は先端に設けられたショルダ部9とショルダ部9に隣接するシール部7を有する。ボックス2は、ピンを内部に収容する空洞を有し、雄ねじ部4とねじ結合されてねじ部をなす雌ねじ部3と、ピン1のシール部7に相對するシール部8と、ピン1のショルダ部9に当接するショルダ部10とを有する。本発明では、ピン1は、鋼管の先端側に環状外周面部12を設け、相對するボックス2は、管状外周面部に接触、衝合する環状内周面部13を設ける。ねじ結合によりピン1とボックス2が結合され、ピン1のシール部7とボックス2のシール部8とがメタルメタル接触して、その接触部がシール部11をなす。

【0014】

本発明では、図1Cに示すように、ねじ継ぎ手における、ピン1の環状外周面部12の円弧とボックス2の環状内周面部13の円弧との曲率半径をほぼ等しくし、かつピン1のシール部11をなす環状外周面部の円弧 P_1 (14)(以下、ピンのシール部をなす円弧と称する場合もある)の中心位置(C_p)とボックス2のシール部11をなす環状内周面部

10

20

30

40

50

部の円弧 $B_1(15)$ (以下、ボックスのシール部をなす円弧と称する場合もある) の中心位置 (C_b) との管軸方向距離 L を近接させる。ここで、シール部をなす円弧とは、干渉量 (図 1 C、図 2 A の斜線部の幅) のもっとも大きい部分の円弧をいう。

【0015】

ピン 1 のシール部 1 1 をなす環状外周面部 1 2 を凸円弧状に、相対するボックス 2 のシール部 1 1 をなす環状内周面部 1 3 を凹円弧状に形成することにより、相補的な接触により接触長を長くすることが可能となる。この結果、シール性能の向上を実現できる。

上述のシール性向上の効果を得るためには、ピン 1 の環状外周面部の円弧 $P_1(14)$ の曲率半径 R_{p2} に対するボックス 2 の環状内周面部の円弧 $B_1(15)$ の曲率半径 R_{b2} の差 $(R_{p2} - R_{b2}) / R_{p2} \times 100$ は、 $\pm 10\%$ 以内とする。

一方、 $\pm 10\%$ 超では、シール部の接触長を十分に確保できないため、本発明で目的とするシール性を確保できない。

【0016】

ピン 1 のシール部 1 1 をなす環状外周面部の凸円弧 $P_1(14)$ と、ボックス 2 のシール部 1 1 をなす環状内周面部の凹円弧 $B_1(15)$ とを十分な接触長をもって接触させるためには、上述の条件に加えて、シール部 1 1 をなすピン 1 の円弧 $P_1(14)$ およびシール部 1 1 をなすボックス 2 の円弧 $B_1(15)$ の各中心位置 (C_p, C_b) を、管軸方向位置で近接させる必要がある。そこで、発明者らは、シール部 1 1 をなすピン 1 の円弧 $P_1(14)$ およびボックス 2 の円弧 $B_1(15)$ の各中心位置 (C_p, C_b) を管軸方向距離 L で近接させるために、種々の検討を行った。この結果、ピンの円弧 P_1 およびボックスの円弧 B_1 の中心位置 (C_p, C_b) を管軸方向距離 L の差で 2 mm 以下に近接することにより、シール性能を向上できることがわかった。好ましくは、ピンの円弧 P_1 およびボックスの円弧 B_1 の中心位置 (C_p, C_b) の管軸方向距離 L の差は、1 mm 以下とする。一方、ピンの円弧 P_1 およびボックスの円弧 B_1 の中心位置 (C_p, C_b) の管軸方向距離 L の差が 2 mm 超えでは、円弧同士がきちんと接触せずに片当たりとなるために十分な接触長が確保できず、シール性を確保できない。

【0017】

ここで、ピンのシール部をなす環状外周面部の円弧 P_1 の中心位置 (C_p) とボックスのシール部をなす環状内周面部の円弧 B_1 の中心位置 (C_b) について説明する。図 2 A, 2 B, 2 C は、図 1 A におけるシール部近傍の一部拡大断面図であり、シール部とショルダ部を 1 つの小さな円弧で接続した場合の設計例である。

図 2 A, 2 B, 2 C に示すように、ピンのシール部をなす環状外周面部の円弧 P_1 の中心位置 (C_p) は、ピン 1 の先端 P_t から管状外周面部の円弧 $P_1(14)$ の中心位置 C_p までの距離 L_p で表せる。また、ボックスのシール部をなす環状内周面部の円弧 B_1 の中心位置 (C_b) は、ボックス 2 の先端 B_t から管状内周面部の円弧 $B_1(15)$ の中心位置 C_b までの距離 L_b で表せる。

【0018】

ねじ結合の際、ピンとボックスの位置はショルダ面 9, 10 が当たった位置にて軸方向位置がほぼ決定されるため、ピン 1 の先端 P_t およびボックス 2 の奥端 B_t は、弾性変形の起点となる。そのため、ピン 1 の先端 P_t およびボックス 2 の奥端 B_t から各円弧の中心位置 C_p, C_b までの距離 L_p, L_b が重要となる。各円弧の中心位置 C_b, C_p は近接するほど、シール部は十分な接触長をもって接触できるため、本発明では重要な条件である。したがって、ピンおよびボックスのシール部をなす円弧の中心位置は、式 (1) ~ (3) を満たすように設計する。

$$L_b = R_{b1} + (R_{b2} - R_{b1}) \times \cos \theta_{b1} \quad \dots (1)$$

$$L_p = R_{p1} + (R_{p2} - R_{p1}) \times \cos \theta_{p1} \quad \dots (2)$$

$$L = |L_b - L_p| \geq 2 \text{ mm} \quad \dots (3)$$

ここで、

L_b : ボックスのシール部をなす円弧の中心位置 C_b とボックスの奥端 B_t までの管軸方向距離

10

20

30

40

50

L_p : ピンのシール部をなす円弧の中心位置 C_p とピンの先端 P_t までの管軸方向距離

$L = |L_b - L_p|$: ボックスおよびピンのシール部をなす円弧の中心位置 C_b 、 C_p における管軸方向距離の差

R_{b1} : ボックスのシール部 15 とショルダ部 10 を接続する小さな円弧の半径

R_{b2} : ボックスのシール部 15 をなす円弧 B_1 の半径

R_{p1} : ピンのシール部 14 とショルダ部 9 を接続する小さな円弧の半径

R_{p2} : ピンのシール部 14 をなす円弧 P_1 の半径

b_1 : ボックスのシール部 15 とショルダ部 10 を接続する小さな円弧の中心角

p_1 : ピンのシール部 14 とショルダ部 9 を接続する小さな円弧の中心角とする。

10

【0019】

シール部の円弧の半径 R_{b2} 、 R_{p2} は 4 mm 以上 30 mm 以下とするのが好ましい。半径の値が小さすぎるとシール部の接触長が不十分となりシール性能を確保できなくなる。一方で半径の値を大きくしすぎるとノーズ長を極端に長くしないと設計できなくなり、長すぎるノーズは剛性が低下するため十分な面圧が確保できなくなりシール性能を確保できなくなる。

【実施例 1】

【0020】

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されない。

20

A P I 5 C T の鋼種 Q 1 2 5 の外径 9 - 5 / 8 インチ × 肉厚 0 . 5 4 5 インチ (外径 2 4 4 . 4 8 mm × 肉厚 1 3 . 8 4 mm) において、表 1 に示す各水準の諸元を有するピンと、これに対応 (嵌合) するボックスとで構成されるねじ継手を設計し、製作した。なお、図 2 A , 2 B , 2 C に示すようにシール部とショルダ部を 1 つの小さな円弧で接続した設計を行った。

【0021】

これらのねじ継手を対象に、I S O 1 3 6 7 9 : 2 0 0 2 に準拠したシール性評価試験を行った。試験難易度は C A L I V で、試験サンプルは # 5 の 1 サンプルとした。本発明では、A P I 5 C T の鋼種 Q 1 2 5 の降伏強度に基づいて算出される V M E の 9 5 % 負荷曲面に対して 8 0 % 以上の圧縮応力を負荷してもリークが発生しない場合をシール性評価試験合格とした。以上により得られた結果を、表 1 に併せて示す。

30

【0022】

40

50

【表 1】

水準 No.	ピンのシール部 (凸円弧) 円弧の半径: R_{p2} (mm)		ボックスのシール部 (凹円弧) 円弧の半径: R_{b2} (mm)		シール円弧の 曲率半径の差 (%)	ピンの 先端円弧の 半径: R_{p1} (mm)	ボックスの 奥端円弧の 半径: R_{b1} (mm)	ピンの 先端円弧の 中心角: θ_{p1} (°)	ボックスの 奥端円弧の 中心角: θ_{b1} (°)	シール円弧の中心位置 の管軸方向距離の差 ΔL (mm)	試験結果		備考
	シール性評価試験												
1	5.08	5.21	5.21	5.21	2.5	2.5	0.8	60	70	1.5mm	降伏強度の80%圧縮応力にてシール試験を実施し合格		本発明例
2	25.4	27.94	27.94	27.94	10.0	2.0	1.0	60	57	2.0mm	降伏強度の80%圧縮応力にてシール試験を実施し合格		本発明例
3	12.83	12.7	12.7	12.7	1.0	1.1	1.0	58	60	0.5mm	降伏強度の100%圧縮応力にてシール試験を実施し合格		本発明例
4	5.08	5.08	5.08	5.08	0.0	1.5	1.4	70	50	1.0mm	降伏強度の100%圧縮応力にてシール試験を実施し合格		本発明例
5	5.08	5.69	5.69	5.69	12.0	3.0	0.5	55	65	1.5mm	シール試験時にリーク発生		比較例
6	12.7	10.8	10.8	10.8	15.0	1.8	1.0	65	60	0.5mm	シール試験時にリーク発生		比較例
7	25.4	28.45	28.45	28.45	12.0	1.2	1.0	62	60	2.2mm	シール試験時にリーク発生		比較例
8	5.08	5.08	5.08	5.08	0.0	4.0	0.5	50	75	3.0mm	シール試験時にリーク発生		比較例

10

20

30

40

【0023】

表 1 に示す通り、本発明の油井管用ねじ継手（水準 No. 1 ~ 4 : 本発明例）は、いずれの水準においても、API 5CTの鋼種 Q125 の降伏強度に基づいて算出される VME の 95% 負荷曲面に対して 80% 以上の圧縮応力を負荷してもリークが発生することなく、シール性評価試験は合格となった。特に、ボックスおよびピンのシール部をなす円弧の中心位置における管軸方向距離の差 L を 1 mm 以下とした場合（水準 No. 3、4）には、API 5CTの鋼種 Q125 の降伏強度に基づいて算出される VME の 95% 負荷曲面に対して 100% の圧縮応力を負荷してもリークが発生することなくシール試験合格となり、最もシール性に優れていることがわかる。一方、本発明の範囲を外れる油井

50

管用ねじ継手（水準 No. 5 ~ 8 : 比較例）は、いずれもシール性に劣っている。

【 0 0 2 4 】

以上のことより、ピンの円弧 P₁ に対するボックス 2 の円弧 B₁ の曲率半径の差を ± 10 % 以内とし、かつピンのシール部をなす円弧の中心位置とボックスのシール部をなす円弧の中心位置との管軸方向距離の差 L を ± 2 mm 以内として設計することにより、シール性に優れた継手を実現可能なことがわかった。

【符号の説明】

【 0 0 2 5 】

1	ピン	
2	ボックス	10
3	雌ねじ部	
4	雄ねじ部	
5	ノーズ部	
7、8	メタルタッチシール部	
9、10	シヨルダ部（トルクシヨルダ部）	
1 1	シール部	
1 2	環状外周面部	
1 3	環状内周面部	
1 4	シール部をなす環状外周面部の円弧 P ₁	
1 5	シール部をなす環状内周面部の円弧 B ₁	20

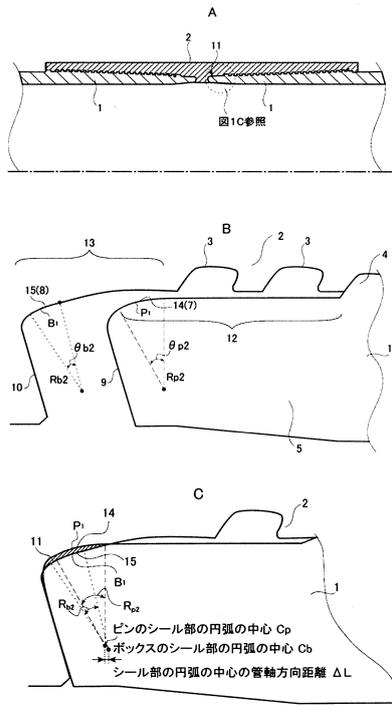
30

40

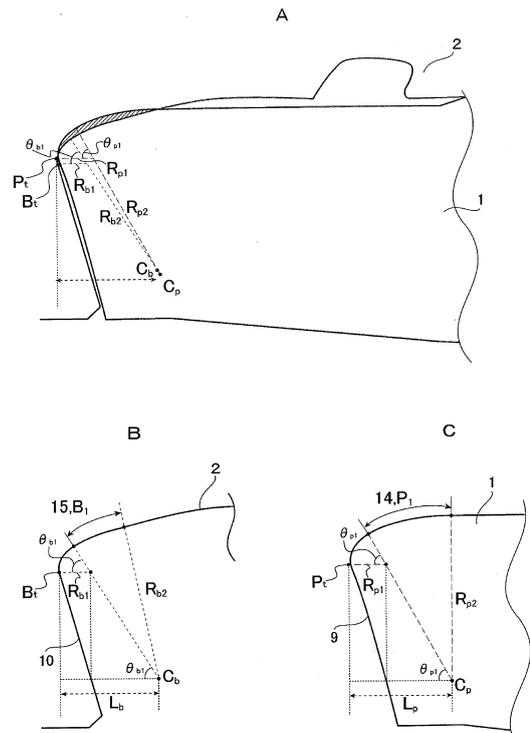
50

【図面】

【図 1】



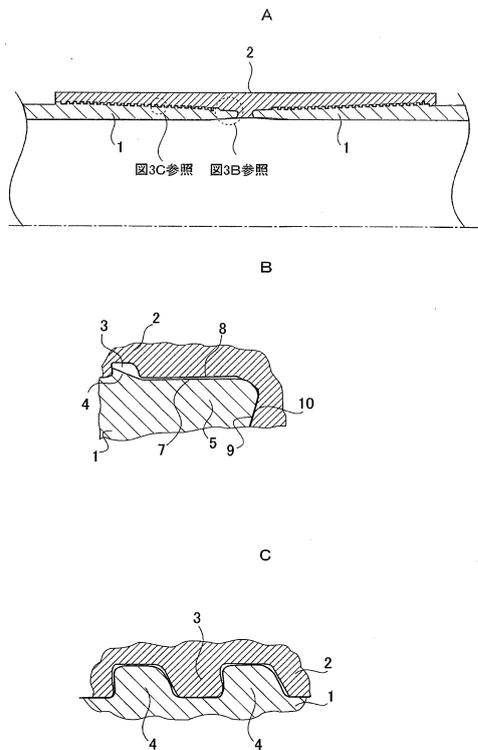
【図 2】



10

20

【図 3】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-260792(JP,A)
特開2005-308201(JP,A)
特開昭48-099716(JP,A)
米国特許第04384737(US,A)
特開2014-105731(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16L 15/04