

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-303648

(P2007-303648A)

(43) 公開日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 7 C 13/00 (2006.01)	F 1 7 C 13/00 3 O 1 C	3 E 1 7 2
F 1 6 J 12/00 (2006.01)	F 1 6 J 12/00 D	3 J O 4 6
F 1 6 J 15/04 (2006.01)	F 1 6 J 15/04 A	
	F 1 6 J 15/04 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-135379 (P2006-135379)	(71) 出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成18年5月15日(2006.5.15)	(74) 代理人	100081352 弁理士 広瀬 章一
		(72) 発明者	杉野 正明 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
		(72) 発明者	三浦 孝一 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
		(72) 発明者	稲垣 育宏 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

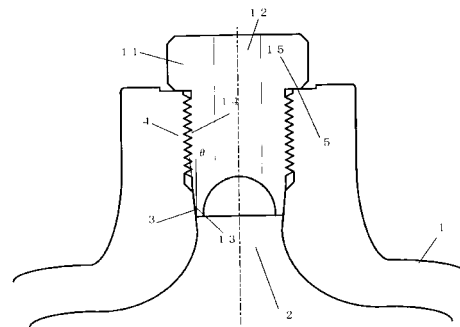
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力容器のシール構造

(57) 【要約】

【課題】 圧力容器の開口部とこの開口部に取り付ける配管接続部材または封止材といった他部材との間のシール構造に関して、従来のパッキン方式のシール構造では不可能な非常に高い内圧でも漏れを発生させず、かつ長期間使用しても密封性が低下しにくいシール構造を提供する。

【解決手段】 圧力容器 1 の開口部 2 内面が雌ねじ部 4 およびシール面 3 を有し、他部材 1 1 の外周面が前記雌ねじ部 4 に螺合する雄ねじ部 1 4 および前記シール面 3 に相対する形状のシール面 1 3 を有し、シール面 3、1 3 はねじ込み軸を回転軸とし、ねじ込み方向に径が小さくなる円錐体面もしくは曲率回転体面、または円筒面であり、かつ圧力容器に他部材を螺合締結すると、シール面 3 および 1 3 が嵌め合いしるにより互いに全周にわたって密着するように構成されている。好ましくは、ねじ込みストッパとして機能するトルクショルダ 5、1 5 を備える。



【選択図】 図 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧力容器の開口部内面とこの開口部に取り付ける他部材の外周面との間のシール構造であって、圧力容器の開口部内面が少なくとも1つの雌ねじ部および少なくとも1つのシール面 A を有し、他部材の外周面が前記雌ねじ部に螺合する少なくとも1つの雄ねじ部および少なくとも1つのシール面 B を有し、シール面 B はねじ込み軸を回転軸とし、ねじ込み方向に径が小さくなる円錐体面もしくは曲率回転体面、または円筒面であり、シール面 A はシール面 B と相対する形状であり、前記した雄ねじと雌ねじ部が螺合締結され、シール面 A および B が嵌め合いにより互いに全周にわたって密着するように構成されていることを特徴とする、圧力容器のシール構造。

10

【請求項 2】

シール面 A および B が焼き嵌めにより互いに全周にわたって密着するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の圧力容器のシール構造。

【請求項 3】

圧力容器の開口部内面がねじ込みストッパとして作用する少なくとも1つのトルクショルダを備え、他部材の外周面も対応する少なくとも1つのトルクショルダを備える、請求項 1 または 2 に記載の圧力容器のシール構造。

【請求項 4】

シール面 A および B がいずれも鋼であり、シール面 B の中央部における締結前の両シール面の直径差が、シール面 B のその位置の螺合締結前の直径の 0.1 ~ 2 % である、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の圧力容器のシール構造。

20

【請求項 5】

他部材の少なくとも1つのシール面 B の中央部における該他部材の肉厚が、締結前の同じ位置での該他部材の直径の 1 / 2 以上、1 / 6 以下である、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の圧力容器のシール構造。

【請求項 6】

シール面 B が円錐体面または曲率回転体面であり、そのテーパ角度または平均の接線角度が該円錐体または曲率回転体の中心軸に対して 1 ~ 25 ° の範囲内である、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の圧力容器のシール構造。

【請求項 7】

シール面 A およびシール面 B がいずれも金属である、請求項 1 ~ 3、5 および 6 のいずれかに記載の圧力容器のシール構造。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、高圧流体を封入・蓄積する圧力容器の配管接続部やドレーンといった開口部を密閉するためのシール構造に関する。

ここで、流体とは、空気；ヘリウム、アルゴン、窒素等の不活性ガス；水素、プロパンガス、天然ガスなどの可燃性ガスといった気体；ならびに液化プロパンガス、液体窒素などの液体；さらには気液混合流体を包含する。

40

【背景技術】**【0002】**

高圧の流体を封入・蓄積する圧力容器には現在さまざまな形状、大きさ、材質のものがあり、また封入できる限界内圧もさまざまである。封入圧力は高いもので 500 ~ 700 気圧に及ぶものもある。

【0003】

これら圧力容器は、通常、配管接続部やドレーンなどの開口部を有しており、これらの開口部は、内部の高圧流体が漏洩するのを防止するため、この開口部に取り付けられる配管接続部材（以下、単に配管部材ともいう）または封止部材といった他部材との間にシール構造を備えている。

50

【0004】

最も一般的なシール構造は、軟質材料からなる環状のパッキン（Oリング、Vリング、Cリングなど）を、所定のパッキン溝またはシール面に挿入し、それを全周にわたって強く押し潰して、容器開口部とこれに取り付けられる他部材との間のすき間を埋めることにより、内部流体を封入する方式である。

【0005】

ここで、軟質材料とは、圧力容器開口部の材質およびこれに取り付けられる他部材（配管部材、封止部材など）の材質よりも硬度が小さい材料を指す。圧力容器の開口部や他部材の材質が鋼である場合には、軟質材料の例として、銅や銅合金などの金属、ゴムや樹脂などの高分子材料、高分子材料にグラスファイバーや炭素繊維などの強化材が混合された複合材料などが挙げられる。

10

【0006】

圧力容器の環状パッキンによるシール構造は、実に様々なものがこれまで提案されている。例えば、下記特許文献1～3に記載されたシール構造は、シール部分の密封性を高めるために構造上の工夫を凝らしているが、軟質材料からなる環状パッキンを使用する点では同じである。

【0007】

この方式は、パッキンの材質や締め付け力にもよるが、基本的には非常に高圧となる容器には不向きであって、非常に高い内圧に対しては密封性（シール性）を保証することができない。さらに、ゴムや樹脂製のパッキンの場合は、経年劣化するため、取替えなどの定期的なメンテナンスが必要となる。

20

【特許文献1】特開2002-349796号公報

【特許文献2】特開平11-013995号公報

【特許文献3】特開2000-291887号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、従来のパッキンを使用する技術では密封が困難な非常に高い内圧に対しても漏れを発生させないシールが可能で、長期間使用しても密封性が殆ど低下しない、高い密封性能を有する圧力容器のシール構造を提供することにある。

30

【0009】

本発明の別の目的は、パッキン（あるいはガスケット）を使用せず、従ってパッキンの交換といったメンテナンスが不要となる、圧力容器のシール構造を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

従来の環状パッキンを利用した圧力容器のシール構造の多くは、図8に示すように、圧力容器1の開口部2の内面に雌ねじ部4を、この開口部に取り付けられる配管接続部材または封止部材といった相手部材11の外周面（容器開口部の内面に相対する面）には、雄ねじ部14を設け、これらのねじの螺合締結による締め付け力（ねじ込み方向への圧縮力）によってパッキン21に高い接触面圧を発生させ、密封する方式である。図中、12は、相手部材が配管接続部材である場合の貫通孔を示す。相手部材が封止部材である場合には貫通孔は存在しない。

40

【0011】

しかし、このパッキン方式では、内圧上昇による相手部材の変形、ねじのゆるみやへたり（経年劣化）、またはパッキン材料自体の劣化などの理由で、ねじによる締め付け力が低下してしまうと、直ちにパッキンの接触面圧も低下し、最悪は漏洩に至る、という問題がある。

【0012】

この問題は、たとえシール構造に軟質材料からなるパッキンを使用しなくても、シール面を押し付ける力として、ねじの締め付け力だけを利用する構造である限り、解消されな

50

い。

【0013】

逆に言えば、ねじの締め付け力、すなわちねじ込み方向（ねじの軸方向）への圧縮力、以外の力を利用できる構造にすれば、ねじにゆるみやへたりが生じても、密封性能への影響が少ないシール構造が得られる。

【0014】

本発明者らは、この観点から、径方向の嵌め合い力を圧力容器のシール構造に導入することに着目した。具体的には、圧力容器の開口部の雌ねじを有する内面と、この開口部に取り付けられる他部材の、該内面に相対する、雄ねじを有する外周面に、それぞれシール面を設け、内側に入る他部材の外周面に設けたシール面の径を、その外側で相対する圧力容器開口部の内面シール面の径よりわずかに大きくし、2つのシール面を径方向に嵌め合わせると、全周にわたってシール面が高い接触面圧で均一に密着する。

10

【0015】

この場合のシール面同士の密着は、内側部材である雄ねじつき他部材（以下、単に雄ねじ部材または他部材ともいう）のシール面の径が外側部材である圧力容器のシール面の径より大きいという、嵌め合いしろ（締めしろ）によるものである。すなわち、この嵌め合いしろにより縮径した雄ねじ部材のシール面が、元の径に戻ろうとするエネルギーによって、シール面の接触面圧が発生する。この面圧は、シール面に垂直な方向、従って略半径方向、に作用する。この時に、雄ねじ部材の縮径が弾性変形の範囲内であれば、その弾性変形エネルギー（弾性回復力）が面圧発生に用いられることになり、接触面圧は長期間にわたり減衰することがない。そのため、ねじの締め付け力の影響を受けにくいシール構造が得られる。特に、雄ねじ部材および容器開口部が、鋼のような金属であれば、その弾性変形エネルギーは非常に大きく、発生する接触面圧も非常に大きくなるので、優れた密封性が得られる。

20

【0016】

以上の知見に基づく本発明は、圧力容器の開口部内面とこの開口部に取り付ける他部材の外周面との間のシール構造であって、圧力容器の開口部内面が少なくとも1つの雌ねじ部および少なくとも1つのシール面Aを有し、他部材の外周面が前記雌ねじ部に螺合する少なくとも1つの雄ねじ部および少なくとも1つのシール面Bを有し、シール面Bはねじ込み軸を回転軸とし、ねじ込み方向に径が小さくなる円錐体面もしくは曲率回転体面、または円筒面であり、シール面Aはシール面Bと相対する形状であり、前記した雄ねじと雌ねじ部が螺合締結され、シール面AおよびBが嵌め合いにより互いに全周にわたって密着するように構成されていることを特徴とする、圧力容器のシール構造である。

30

【0017】

曲率回転体面とは、曲率を持つ曲線がある軸を中心に回転して形成される表面、すなわち、曲面を有する回転体面を意味する。シール面Bが曲率回転体面である場合、その曲面は凹面でも凸面でもよい。また、曲面は変曲点が2箇所以上ある曲面であってもよい。本発明の圧力容器のシール構造は、圧力容器のシール面Aおよび他部材のシール面Bが、ねじ込みによる嵌め合わせ以外に、焼き嵌めによる嵌め合わせの場合にも適用することができる。焼き嵌めとは、外側部材である圧力容器を高温にして膨張させ、その開口部の径を広げたところに、中に入る他部材を挿入し、冷却して容器を収縮させ嵌め合わせる方式である。この方式で締結する場合にも、他部材の抜け落ち防止のためねじによる締め付けは必要である

40

このシール構造の好適態様では、圧力容器の開口部内面がねじ込みストッパとして作用する少なくとも1つのトルクショルダを備え、他部材の外周面も対応する少なくとも1つのトルクショルダを備える。

【0018】

本発明では、圧力容器を他部材にねじ込みまたは焼き嵌めにより締結した時に、シール面AおよびBが嵌め合いしろ（締めしろ）によって互いに全周にわたって密着するように構成されている。すなわち、内側に入る他部材の外周面に設けたシール面Bの径が、その

50

外側に位置する圧力容器開口部のシール面 A の径より若干大きく、締結状態では、他部材のシール面部分は縮径による弾性変形を受けている。この弾性変形が元に戻ろうとする弾性回復力により、シール面 A と B の全周にわたる密着が得られる。

【0019】

シール面 A およびシール面 B がいずれも鋼である場合、シール面 B の中央部における締結前の両シール面の直径差である嵌め合いしろが、シール面 B のその位置の螺合締結前の直径の 0.1 ~ 2 % となるように、シール面 A および B の寸法および形状を設定することが好ましい。

【0020】

また、他部材の少なくとも 1 つのシール面 B の中央部の位置における該他部材の肉厚が、締結前の同じ位置での該他部材の直径の 1 / 2 以上、1 / 6 以下であることが好ましい。

10

【0021】

シール面 B が、ねじ込み方向に先細の円錐体面（より正確には円錐台面）または曲率回転体面である場合、そのテーパ角度または平均の接線角度は、該円錐体または曲率回転体の中心軸に対して 1 ~ 25 ° の範囲内であることが好ましい。この中心軸は、回転体形状である容器開口部の回転中心軸に等しく、開口部内面のねじ部ねじ込み方向に等しい。シール面 A およびシール面 B は、好ましくはいずれも金属である。

【発明の効果】

【0022】

本発明により、圧力容器を他部材とねじ螺合により締結する場合であっても、雄ねじ部材の締め付け力の低下（ゆるみやへたり）の影響を受けにくく、安定して非常に高い密封性能を発揮できるシール構造が得られる。この効果は、特にシール面が緩やかな傾斜を有するテーパ面などである場合に、より確実に得られる。

20

【0023】

また、本発明のシール構造は、圧力容器の加熱が可能であれば、シール面を焼き嵌めにより嵌め合わせることができ、その場合はシール面に円筒面も適用することができ、優れた密封性能を確保できる。

【0024】

さらに、軟質材料からなるパッキンを使用しないことから、ゴム製パッキンなどでよく見られる経年劣化による面圧低下の心配がなく、長期間にわたって密封性能が発揮され、かつパッキン交換などのメンテナンスが不要となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の各種態様について、添付図面を参照しながら、より詳しく説明する。

本発明に係る圧力容器のシール構造は、大型から小型まで各種の圧力容器の開口部に適用できる。本発明は、圧力容器のシール構造、すなわち、その開口部のシール構造に関するものであるので、容器それ自体の構造、形状、使用目的などは特に制限されない。

【0026】

容器の材質も、容器に封入される流体の圧力に耐え、耐食性などの他の要求特性を満たす限り、特に制限されない。代表的には金属、中でも鋼であるが、ガラス、セラミック、プラスチック、あるいはこれらの材料を組み合わせた複合材料とすることもできる。但し、シール面については、前述したように、本発明では弾性変形エネルギーとその回復力を利用してシール面の密封性能を確保するので、高い弾性変形エネルギーを発揮できる金属で容器側のシール面 A を構成することが好ましい。同様の理由で、他部材のシール面 B についても金属で構成することが好ましい。

40

【0027】

図 1、図 2 および図 3 は本発明に係るシール構造を示す模式図である。図 1 は、他部材 11 のシール面 B (13) が、ねじ込み軸（図中の一点鎖線）を回転軸とし、ねじ込み方向（図の下側方向）に径が小さくなる円錐体面（すなわちテーパ面）である態様を示すもの

50

である。この円錐体面のねじ込み軸に対する角度が θ で示されている。図 2 は、シール面 B (13) が円筒面 (すなわち、 $\theta = 0^\circ$) である態様を示すものである。図 3 は、他部材 11 のシール面 B (13) が、図 1 と同様に、ねじ込み方向に径が小さくなる円錐体面であり、トルクショルダの位置を、他部材 12 の先端端面とそれに当接する圧力容器の開口部内面とした態様を示すものである。

【0028】

図 1、図 2 および図 3 に示すように、本発明に係るシール構造を有する圧力容器 1 の開口部 2 は、その内面に雌ねじ部 4 を有し、この開口部 2 に取り付けられる他部材 11 (配管接続部材、封止部材など) は、容器開口部の雌ねじ部 4 に対向するその外周面に雄ねじ部 14 を有する。このねじ部については、図 8 に示すパッキン 21 を利用した従来のシール構造と同様である。図 8 と同様に、相手部材が配管接続部材である場合は貫通孔 12 を有し、相手部材が封止部材である場合には貫通孔は存在しない。

10

【0029】

本発明では、密封性を確保する手段として、パッキンの代わりに、容器開口部 2 の内面は、雌ねじ部 4 に加えて、3 で示されるシール面 A を有し、他部材 11 の外周面は、13 で示されるシール面 B を有する。他部材のシール面 B (13) は、ねじ込み軸に対してねじ込み方向に径が小さくなる円錐体面もしくは曲率回転体面、または円筒面である。容器側のシール面 A (3) は、シール面 B と相対する形状であり、シール面 A および B は、圧力容器に他部材を螺合締結すると互いに全周にわたって密着するように構成されている。つまり、シール面 A および B は、締結後に相対する位置にあり、かつ適当な嵌め合いしるを生

20

【0030】

嵌め合いしるは、圧力容器 1 の開口部 2 のシール面 A と、この開口部 2 に取り付けられる、シール面 A より径が大きい他部材 11 のシール面 B との直径の差である。他部材 11 を圧力容器 1 の開口部 2 に取り付けると、縮径した他部材 11 のシール面 B が元の径に戻ろうとする弾性変形エネルギーによってシール面 B に接触面圧が発生する。この面圧は、シール面に垂直な方向、すなわち、ほぼ半径方向に作用し、他部材 11 のシール面 B の縮径が弾性変形の範囲内である限り、接触面圧は長期間にわたり減衰しない。さらに、圧力容器内部の圧力が他部材 11 のシール面 B を外側に向かって押圧するので、容器内部の圧力が高くなっても、シール面に加わる面圧が保持され、高い密封性能が発揮される。

30

【0031】

嵌め合いしるを有するシール面 B を有する他部材 11 を、圧力容器 1 の開口部 2 のシール面 A に嵌め合わせて締結するには、図 1 や図 3 の例のようにシール面にテーパが付いている場合、開口部 2 に雌ねじ部 4、この雌ねじ部に対向する部位の他部材 11 の外周面に雄ねじ部 14 を設けて、ねじ込むことにより他部材 11 のシール面 B を開口部 2 のシール面 A に嵌め合わせることができる。別の方式として、圧力容器 1 を高温にして膨張させ、こうして広がった開口部 2 のシール面 A の中に他部材 11 のシール面 B を螺合締結した後、容器を冷却して、開口部 2 を収縮させ、嵌め合わせる焼き嵌めも利用できる。この場合、圧力容器 1 が大型である場合には、容器全体を加熱する必要はなく、少なくとも開口部 2 の付近だけを高温にして膨張させればよい。このように焼き嵌め方式で締結する場合にも、他部材 11 の抜け落ち防止のためねじ部を設けることが必要である。

40

【0032】

図 2 の例のように、シール面 B (13) が円筒面 (すなわち、 $\theta = 0^\circ$) であって、ねじ込むことが難しい形状の場合、焼き嵌め方式で締結すればよい。シール面 3、13 の形状は、圧力容器と他部材との締結を焼き嵌めによる行う場合には、円筒面、円錐体面、曲率回転体面いずれでも構わない。

【0033】

シール面が円錐体面または曲率回転体面である場合の、ねじ込み方向 (円錐体面または曲率回転体面の中心軸) に対するテーパ角度または平均の接線角度は、例えば、図 4 ($\theta = 60^\circ$) に示すように、あまりに大きすぎると、ねじの締め付け力の変動のシール面の

50

面圧に及ぼす影響が大きくなり、また内圧が負荷された時の接触面圧の低下も著しくなる。そのため、この角度は 30° 以下とすることが好ましく、より好ましくは $1 \sim 25^\circ$ の範囲内である。

【0034】

他部材11のシール面Bと圧力容器1の開口部2のシール面Aとの直径差である嵌め合いしろについては、永久変形が生じるほど大きくすると、かえってシール面の接触面圧を損なうことになるので、締結後の他部材11と容器開口部2の変形がいずれも弾性変形領域内に留まるように設定すべきである。

【0035】

その望ましい範囲は材質や寸法などにもよるが、他部材11および容器開口部2がいずれも鋼である場合には、他部材11のシール面B(13)の直径の $0.1 \sim 2\%$ の範囲内とするのがよい。基準となるシール面Bの直径は、圧力容器1に他部材11を螺合締結した時のシール面Bの中央部での直径とする。

10

【0036】

シール面形状が円錐体面または曲率回転体面である場合、シール面の嵌め合いしろは、ねじ込みストッパの役割を果たすトルクショルダによりコントロールすることができる。他部材11の外周面に設けたトルクショルダ15が容器1の開口部2内面に設けたトルクショルダ5に当接した状態でのシール面の直径の差が嵌め合いしろになり、製造ならびに組み立ての管理が容易となる。なお、シール面形状が円筒体である場合でも、トルクショルダを設けると、位置決めが容易になるので、トルクショルダを設けることが好ましい。

20

【0037】

例えば、図1および図2に示す例では、図8と同様に、圧力容器1の開口部2の端面にトルクショルダ5が配置され、これに当接するように、他部材11にもそのねじ込み方向後方のネジ頭部に相当するフランジ部分の内側端面にトルクショルダ15が設けられている。図3に示した態様では、他部材11の先端端面がトルクショルダ15となり、これに当接するように、圧力容器1の開口部2の内面に、トルクショルダ5が形成されている。

【0038】

トルクショルダ5および15は、いずれもねじ込み軸に対し略垂直な面とすることが好ましい。図1、図2および図3の例のトルクショルダはいずれもねじ込み軸に対し略垂直な面であるが、ねじ込みストッパの役割を果たす限り、ねじ込み軸に対し略垂直な面から多少傾斜していてもよい。トルクショルダの当接面積は、ストッパとしての役割を果たせば十分であり、比較的小さな面積であってもよい。

30

【0039】

トルクショルダの位置は上述した位置に限られるものではない。すなわち、トルクショルダは、他部材11の先端位置(図3の位置)、ねじ部とシール面との間、ねじの中(言い換えると、2段ねじの間)、ねじ部の後方(図1の位置)のどこに設けてもよい。

【0040】

シール面に対しても同じことが言え、他部材11に設けられるシール面Bについて述べると、ねじ部の最先端の外周面、ねじ部の中間の外周面(言い換えると、2段ねじの間)、ねじ部の後方の外周面のどこに設けてもよい。これからわかるように、ねじ部も、2箇所以上に設けることができる。すなわち、ねじ部、シール面、およびトルクショルダのいずれも、2箇所以上設けることができる。

40

【0041】

図7(a)~(q)に、他部材11が配管接続部材(すなわち、貫通孔12を有する)である場合について、シール面13、ねじ部14およびトルクショルダ15の可能な組み合わせのいくつかを示す。補助的な第2のシール面や第2のショルダはどこに設けても構わないが、シール面が隣接するのは、それぞれの面圧が低下するため、あまり良い状態といえない。

【0042】

嵌め合いしろとシール面の肉厚は、シール面に発生する接触面圧の大きさに大きく関係

50

する。また、シール面に発生する接触面圧の大きさは、密封性能と耐焼き付き性能に大きく影響する。すなわち、接触面圧が大きすぎると、ねじ込み時に焼き付きが発生し易くなるが、逆に小さすぎると密封性能が不十分になってしまう。焼き嵌め方式では焼き付きの心配はないので、弾性変形範囲内の嵌め合いしろであればよい。

【0043】

焼き付きを発生させず、かつ十分な密封性能が得られるようなシール面の面圧に、ねじの螺合による締め付けの段階でコントロールするのは相当困難である。つまり、このような条件を満たす嵌め合いしろの範囲は相当狭くなるため、製造が困難になったり、歩留まりが極端に低下する恐れがある。

【0044】

この製造過程に起こりうる問題点は、雄ねじを有する他部材（すなわち、雄ねじ部材）側のシール面の肉厚を薄くすることにより解決することができる。従って、他部材は、その少なくとも1つのシール面Bの位置における厚みが、雄ねじ部の位置における厚みより小さいことが好ましい。

【0045】

雄ねじ部材のシール面を薄くすれば、嵌め合いしろが多少大きくなっても、発生する接触面圧は過度に大きくならないので、焼き付きの発生が回避できる。さらに、前述したように、容器内の加圧流体により負荷される内圧がシール面の内側に作用して、雄ねじ部材のシール面をより強く密着させる方向に働き、内圧を増加させても、接触面圧が極端に低下することはない。この作用は、雄ねじ部材のシール面が薄いほど、より顕著となって、非常に高い密封性能が得られる。

【0046】

雄ねじ部材のシール面の肉厚は、上記のように薄いほど効果的であるが、あまりに薄すぎると、減肉されたシール面の部分が嵌め合いしろにより座屈崩壊してしまって、シール面が全周にわたって均一に接触しなくなり、漏れが発生する。従って、雄ねじ部材11の少なくとも1つのシール面Bの肉厚は、嵌め合いしろの大きさにもよるが、塑性座屈崩壊の範囲内である、シール面直径の $1/22$ より厚ければ、上記のような座屈崩壊は通常は生じない。もちろん、前記の内圧による接触面圧の増加効果を出せる限り引き出すには、前記 $1/22$ を超えない範囲で、できるだけ $1/22$ に近いほうがよいことは明らかである。

【0047】

このシール面Bのシール面直径とはシール面中央部での雄ねじ部材の直径である。この雄ねじ部材のシール面Bの肉厚は、上記シール面直径の $1/6$ 以下とすることが好ましい。シール面Bの肉厚がこれより厚くなると、ねじ込み時に嵌め合いしろによる焼き付きが発生しやすくなり、さらに容器内圧によるシール面接触面圧の増大効果も働きにくくなる。このように、他部材（雄ねじ部材）11のシール面Bの肉厚はその部分の直径の $1/6 \sim 1/22$ と、かなり薄くすることが好ましい。

【0048】

開口部の直径の上下限の目安は特にはないが、あまりに開口部が大きすぎたり小さすぎたりすると、非常に高い加工精度が必要になる。そのため、現実的には20mmから500mm程度の範囲と考える。もちろん、製造技術と製造コストが許せばこの範囲外の寸法にも適用は可能である。

【0049】

他部材が貫通孔12を有する配管接続部材である場合には、図7(a)~(q)に示したどの例においても、基本的には、シール面を設けた部分の貫通孔の内径を大きくすれば、13で示されるシール面Bを適切な肉厚にすることはできる。但し、貫通孔の急激な径変化はエロージョンなどの発生原因となるため、内径はあまり変化させないほうが良い。従って、図7のa、b、c、e、m、n、o、p、qのように、他部材の先端またはその近傍にシール面を設け、そのシール面の肉厚を必要なら外周面を削って薄くすることにより所定のシール面肉厚を確保し、貫通孔の径は一様になるようにすることが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

一方、他部材 1 1 が貫通孔を持たない封止部材である場合には、図 1 ~ 図 4 に示すように（図中の貫通孔 1 2 が無い場合）、他部材 1 1 のシール面 B (1 3) をその先端または先端付近に設け、他部材 1 1 の先端側の端面に対して、周囲に必要な肉厚のリップ部が形成されるように中心部を削り取る中ぐりを行う。この中ぐりは、図 1 ~ 4 に示すように、他部材が貫通鋼 1 2 を有する場合にも適用可能である。こうして、他部材の端面に、必要な肉厚を残して凹部が形成される。凹部の深さは、シール面 B の中央部でのシール面 B の肉厚が上記範囲となるようにすればよい。但し、あまりに深くして、雄ねじ部の部分の肉厚がシール面と同様に薄くなるのは、もちろん好ましくない。

【 0 0 5 1 】

圧力容器 1 と他部材 1 1 のシール面 A、B は、密封性を確保するため、表面粗さの小さい滑らかな面であることが当然必要である。シール面材質が金属の場合、適用する表面処理、潤滑剤にもよるが、表面粗さは概ね R a で $3.2 \mu\text{m}$ 以下の仕上げとするのが望ましい。また、密封性能をより高めるために、一方または両方のシール面表面に、銅やスズなどの軟質材料をめっきしたり、高分子系や油脂系の潤滑剤を使用してもよい。

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の効果をより具体的に検証する。

図 2 ~ 図 4 に示す本発明に係る圧力容器シール構造、ならびに図 8 に示すパッキン方式の従来技術の圧力容器シール構造について、有限要素解析により、他部材である雄ねじ部材を締め付け、次いで内圧を増加するシミュレーションを実施し、シール面の接触面圧をそれぞれ比較した。なお、前述したように、図 4 に示す態様は、シール面のテーパ角度が

【 0 0 5 3 】

本解析に供試したモデルの諸元を表 1（解析条件）および表 2（材料定数）に示す。表 1 において、シール面径、嵌め合いしろ、および雄ねじ部材のシール面肉厚は、いずれも雄ねじ部材のシール面の中央部での値である。

【 0 0 5 4 】

【表 1】

解析モデル（図番）	図 2	図 3	図 4	図 8
開口部径（ねじ径）	$\phi 68 \text{ mm}$	$\phi 68 \text{ mm}$	$\phi 68 \text{ mm}$	$\phi 68 \text{ mm}$
ねじ長さ	55 mm	55 mm	55 mm	55 mm
開口部外径	$\phi 130 \text{ mm}$	$\phi 130 \text{ mm}$	$\phi 130 \text{ mm}$	$\phi 130 \text{ mm}$
シール面径 （パッキンの接触部径）	$\phi 61 \text{ mm}$	$\phi 58.5 \text{ mm}$	$\phi 55 \text{ mm}$	$\phi 52 \text{ mm}$
嵌め合いしろ	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	
雄ねじ部材のシール面肉厚	7.35 mm	6.55 mm	6.28 mm	
シール面のテーパ角度	0°	20°	60°	
パッキン厚み				5 mm

【 0 0 5 5 】

【表 2】

部材	容器および雄ねじ部材	パッキン部材
弾性係数	205 GPa	124 MPa
ポアソン比	0.25	0.35
0.2%耐力	1015 MPa	192 MPa
加工硬化係数	2300 MPa	54 MPa

【0056】

締め付け条件はいずれも、ねじ込みストッパ（トルクショルダ）が接触するまでとした。従来技術（図8）については、パッキンの厚みが1mm減少した時点締め付け完了とした。

10

【0057】

締め付けを完了したそれぞれのモデルに、内圧を1000気圧（100MPa）まで徐々に負荷する有限要素解析を実施した。

締め付け過程のシール面の接触面圧を密封方向に積分した量（以後、単に接触面圧と呼ぶ）と締め付け軸力の関係を図5に示す。本発明のシール構造は、いずれも従来技術より高い接触面圧を有し、かつ線図の傾きも緩やかであることから、締め付け軸力の変動に対し従来技術より安定していることがわかる。

20

【0058】

内圧負荷過程の接触面圧と作用内圧の関係を図6に示す。従来技術のシール構造では、内圧=60MPa付近で接触面圧がゼロになるのに対し、本発明のシール構造はいずれも、100MPaまで内圧を増加しても接触面圧が残っていることが判る。さらには、本発明の範囲内であるが望ましい範囲ではない図4の態様より、本発明の望ましい範囲内である図2および図3の態様のものが、より多く接触面圧が残っていることがわかる。

【0059】

これらの解析結果が示すように本発明のシール構造は、従来技術に比べて、シール面の接触面圧はるかに大きく、かつ締め付け軸力の変動や大きな内圧が作用してもより安定している。

30

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の代表的なシール構造の模式図。

【図2】本発明の焼き嵌め方式の態様の代表的なシール構造の模式図。

【図3】本発明のシール構造の別の態様の模式図。

【図4】本発明のさらに別の態様のシール構造の模式図。

【図5】雄ねじ部材締め付け過程での、シール面の接触面圧の密封方向への積分量と締め付け軸力の関係の解析結果を説明する図。

【図6】内圧負荷過程でのシール面の接触面圧の密封方向への積分量と作用内圧の関係の解析結果を説明する図。

40

【図7-1】本発明のシール構造の各種の態様を示す模式図。

【図7-2】本発明のシール構造の各種の別の態様を示す模式図。

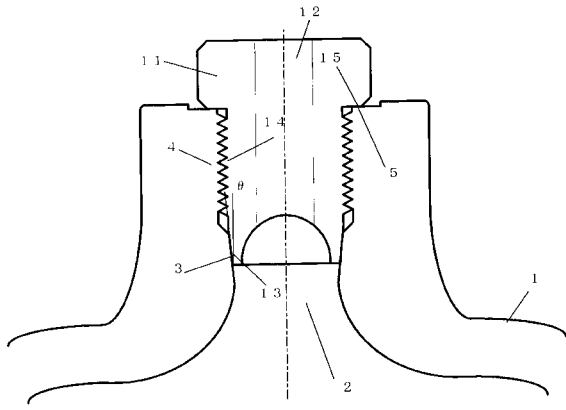
【図8】従来技術の軟質パッキン式シール構造の模式図。

【符号の説明】

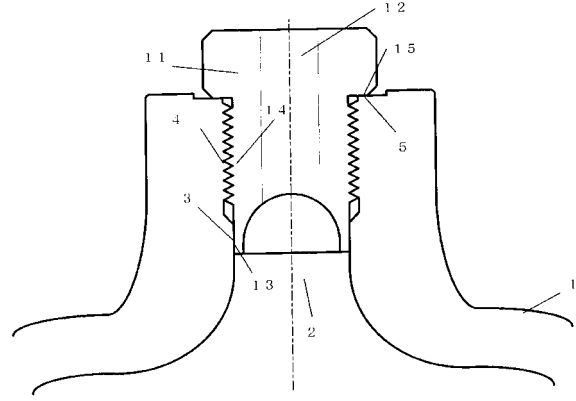
【0061】

1：圧力容器、2：圧力容器の開口部、3：シール面A、4：雌ねじ部、5：容器のトルクショルダ、11：他部材（雄ねじ部材）、12：貫通孔、13：シール面B、14：雄ねじ部、15：他部材のトルクショルダ、21：パッキン（リング）、：ねじ込み方向に対するシール面のテーパ角度

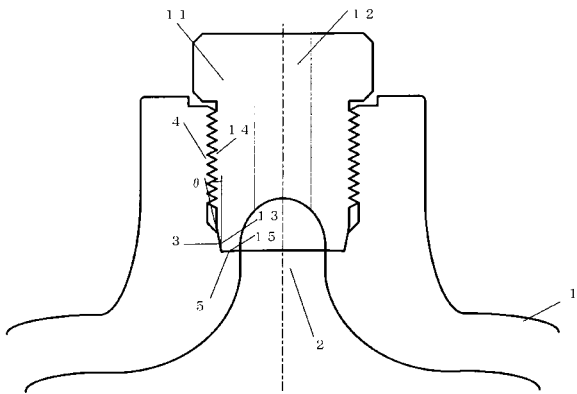
【図 1】



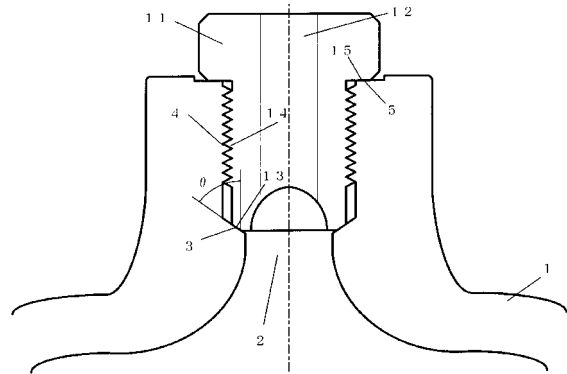
【図 2】



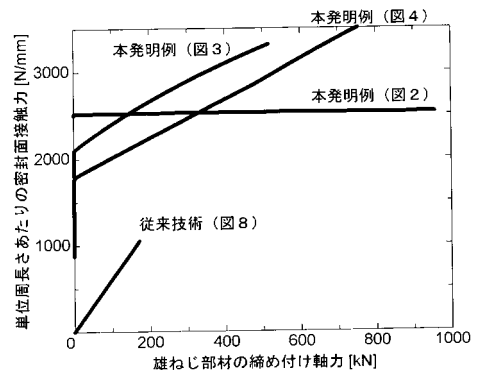
【図 3】



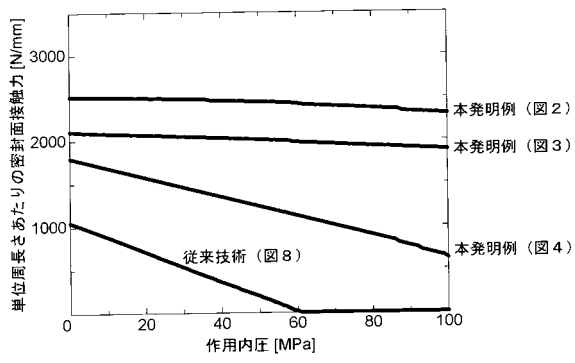
【図 4】



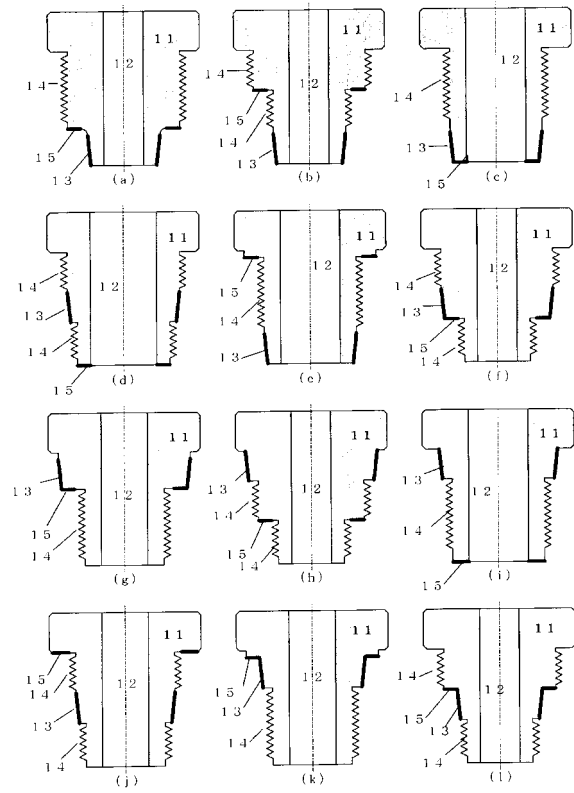
【図 5】



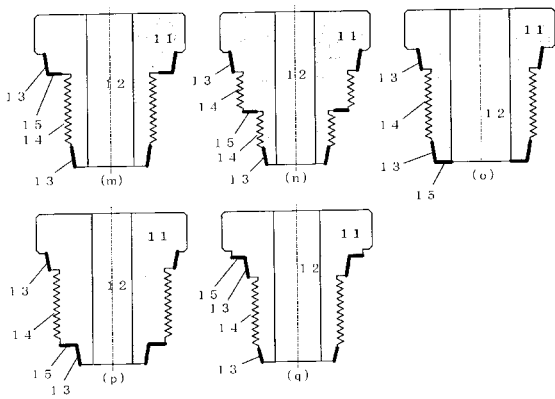
【 図 6 】



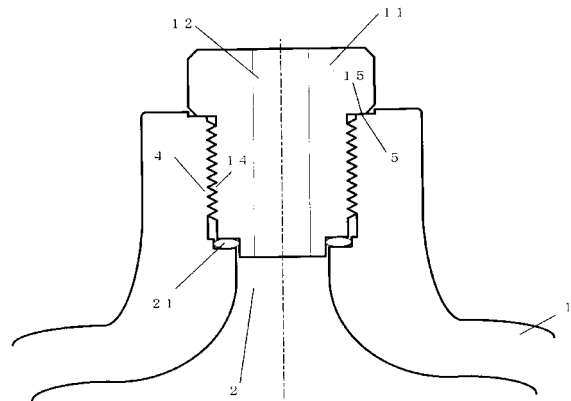
【 図 7 - 1 】



【 図 7 - 2 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3E172 AA02 AA05 AA06 AB01 AB05 AB11 AB15 BA01 BB03 BB12
BC01 BC05 CA12 DA41
3J046 AA07 BB10 BC05 BC13 DA10