

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年9月20日 (20.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/105659 A1

(51) 国際特許分類:
F02M 55/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054731

(22) 国際出願日: 2007年3月9日 (09.03.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-070023 2006年3月14日 (14.03.2006) JP
特願2006-251855 2006年9月15日 (15.09.2006) JP
特願2006-291838 2006年10月26日 (26.10.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 臼井国際産業株式会社 (USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA LIMITED) [JP/JP]; 〒4118610 静岡県駿東郡清水町長沢 1 3 1 - 2 Shizuoka (JP).

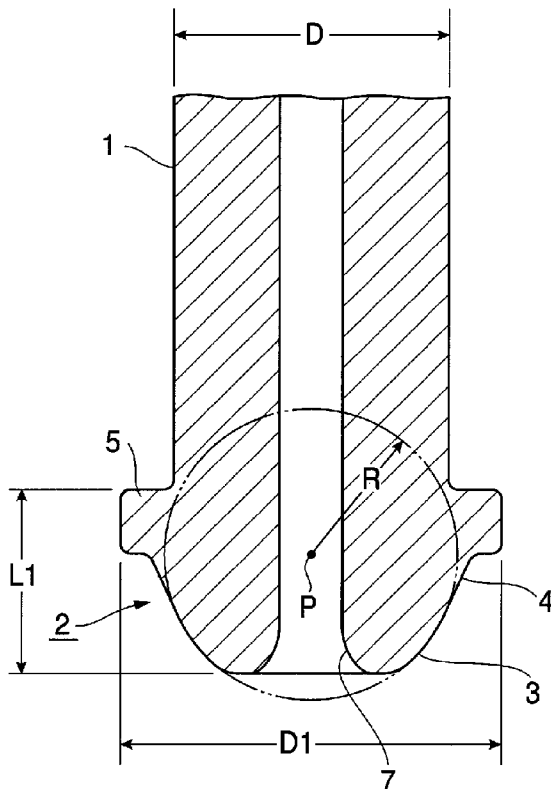
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤 信夫 (KATO, Nobuo) [JP/JP]; 〒4101118 静岡県裾野市佐野 1 1 0 7 - 2 - 6 0 4 Shizuoka (JP). 林 耕一 (HAYASHI, Koichi) [JP/JP]; 〒4110041 静岡県三島市佐野見晴台 2 - 9 - 1 7 Shizuoka (JP). 臼井 正一郎 (USUI, Shoichiro) [JP/JP]; 〒4100022 静岡県沼津市大岡 1 5 3 3 - 1 - 1 1 0 4 Shizuoka (JP).

/ 続葉有 /

(54) Title: STRUCTURE FOR CONNECTING HEAD PORTION OF HIGH-PRESSURE FUEL INJECTION TUBE

(54) 発明の名称: 高圧燃料噴射管の接続頭部構造



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a high-pressure fuel injection tube having high resistance to breakage from fatigue, which is achieved by preventing generation of cracks in a pocket portion during forming of a head portion, generation of cracks due to erosion by cavitation, and occurrence of tensile stress caused by formation of the pocket portion. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] The high-pressure fuel injection tube has, at a connecting end of a thick-wall small-diameter steel tube, a spherical seat surface, an annular flange portion, and a conical surface contiguous to the seat surface and incorporating a washer and a fastening nut. When a tube material satisfying the relationship of t (wall thickness)/ D (outside diameter) < 0.3 is used, the axial distance from the end of the connecting head portion to the back face of the annular flange portion is in a range from $0.38D$ to $0.6D$, the spherical radius of the seat surface is in a range from $0.45D$ to $0.65D$, and the outside diameter of the annular flange portion is in a range from $1.2D$ to $1.4D$. When the inner peripheral surface of the connecting head portion has a substantially flat circular tubular surface or conical surface and a tube material satisfying the relationship of t (wall thickness)/ D (outside diameter) ≥ 0.3 is used, the axial distance from the end of the connecting head portion to the back face of the annular flange portion is in a range of $0.38D$ to $0.7D$.

(57) 要約: 【課題】 頭部成形時におけるポケット部の亀裂発生、およびキャビテーションエロージョンによる亀裂の発生、並びにポケットの形成に伴う引張応力の発生を防止し、疲労破壊に強い高圧燃料噴射管の提供。【解決手段】 厚肉細径鋼管の接続

端部に、球面状のシート面と、環状フランジ部と、前記シート面に連なる円錐面を有し、ワッシャーと締付ナットを組込んでなる高

/ 続葉有 /

WO 2007/105659 A1



(74) 代理人: 押田 良隆, 外(OSHIDA, Yoshitaka et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座3丁目3番12号 銀座ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

圧燃料噴射管において、 t (肉厚) / D (外径) < 0.3 の管材の場合は、接続頭部端末から環状フランジ部背面までの軸方向距離が $0.38D \sim 0.6D$ 、シート面の球体半径が $0.45D \sim 0.65D$ 、環状フランジ部外径が $1.2D \sim 1.4D$ であって、該頭部内周面が略フラットな円筒状面あるいはコーン状面を有する接続頭部となし、 t (肉厚) / D (外径) ≥ 0.3 の管材の場合は、接続頭部端末から環状フランジ部背面までの軸方向距離が $0.38D \sim 0.7D$ であることを特徴とする。

明 細 書

高圧燃料噴射管の接続頭部構造

技術分野

[0001] 本発明は、例えばディーゼル内燃機関における燃料の供給路などとして配設多用される、比較的細径からなる厚肉鋼管による高圧燃料噴射管の接続頭部構造に関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の接続頭部を有する高圧燃料噴射管としては、図17に例示するように、比較的細径からなる厚肉鋼管111の接続端部に、球面状のシート面113と、該シート面113から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部115と、前記シート面113に連なって前記環状フランジ部115まで先端に向って先細りとなる円弧面114とから形成された接続頭部112を有するものが知られている(特許文献1の図4参照)。この種の接続頭部112は、外方からのパンチ部材による軸芯方向への押圧による挫屈加工によって成形されるのに関連して、該押圧による挫屈加工に伴う周壁の外側への拡がりによって、該頭部内周面に内径の大径化および応力集中により内表面の引張り応力の上昇したポケット(環状凹部)116を生ぜしめて構成され、かかる状態で使用に供されてきたが、配設使用時の高圧流体に起因して該ポケット部付近にキャビテーションエロージョンを生じたり、該接続頭部にポケットを起点に疲労破壊による径方向の亀裂が放射状に生じたり、ポケットの周囲に疲労破壊による円周方向の亀裂が生じるという問題があった。

[0003] かかる対策として、本出願人は、例えば比較的細径からなる厚肉鋼管の接続端部に、球面状のシート面と、該シート面から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部まで先端に向って先細りとなる円錐面とから形成された接続頭部を有する高圧燃料噴射管において、前記円錐面の一部に深さの浅い環状の湾曲凹溝を設けることによって、該接続頭部の成形に伴って生ずる該頭部内側のポケットを深さが浅くかつなだらかとする方法(特許文献1の図1参照)や、外側周面を相手座部への截頭円錐状、もしくは截頭円弧状のシート面

とする接続頭部の成形に伴って生ずる該頭部内側のポケットを、該頭部内側に嵌着する金属製円筒部材で被覆する方法(特許文献2)等を先に提案した。

特許文献1:特開2003-336560号公報

特許文献2:特開2005-180218号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 本発明は、頭部成形時における前記ポケットの形成に伴う当該ポケットの谷部の亀裂発生、および配設使用時の高圧流体の流れに起因して該ポケット部付近に発生するキャビテーションエロージョンによる亀裂の発生、並びに前記頭部成形時におけるポケットの形成に伴う内径の大径化および応力集中により内表面の引張応力の上昇現象の発生を防止する手段として、前記の先に提案した技術とほぼ同等あるいはそれ以上の効果が得られる高圧燃料噴射管の接続頭部構造を提案することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0005] 本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、比較的細径からなる厚肉細径鋼管の接続端部に、球面状のシート面と、該シート面から軸芯方向に間隔をおいて形成された環状フランジ部と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる略球面に近い円錐面を有し、前記環状フランジ部の背面を直接もしくは間接に係合する締付ナットを組込んでなる高圧燃料噴射管の接続頭部において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) < 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ が $0.38D \sim 0.6D$ 、前記シート面の球体半径 R が $0.45D \sim 0.65D$ 、前記環状フランジ部外径 $D1$ が $1.2D \sim 1.4D$ であって、該頭部内周面が当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな円筒状面および／またはコーン状面を有する接続頭部であることを特徴とするものである。
- [0006] また本発明は、高圧燃料噴射管の接続頭部構造として、比較的細径からなる厚肉細径鋼管の接続端部に、球面状のシート面と、該シート面から軸芯方向に間隔をおいて形成された環状フランジ部と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部また

は該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる略球面に近い円錐面を有し、前記環状フランジ部の背面を直接もしくは間接に係合する締付ナットを組込んでなる高圧燃料噴射管の接続頭部構造において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) \geq 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ が $0.38D \sim 0.7D$ 、前記シート面の球体半径 R が $0.45D \sim 0.65D$ 、前記環状フランジ部外径 $D1$ が $1.2D \sim 1.4D$ であって、該頭部内周面が当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな円筒状面および／またはコーン状面を有する接続頭部であることを特徴とするものである。

[0007] さらに本発明は、前記接続頭部の、前記球面状のシート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる円錐面(押圧座面)の頂角の角度 θ が $50 \sim 60$ 度、該円錐面の最大径 $D3$ が $1.03D \sim 1.09D$ であり、かつ前記円錐面の最大径部分と前記環状フランジ部が円錐面、または輪郭が凸状または凹状の円錐面、あるいは円筒状面で連なっていることを特徴とするものである。

[0008] 本発明の前記接続頭部における前記環状フランジ部は、シート面を構成する球面の最大径より管径方向外方に突出した環状に形成されていることが望ましく、また、前記環状フランジ部の首下部に円筒状もしくはフランジ付き円筒状のワッシャーを密嵌もしくは遊嵌してもよい。さらに、前記環状フランジ部の背面側には、当該背面に連なって、前記ワッシャーの長さに相当する長さにわたり、管外径が $1.02D \sim 1.08D$ の大径部と、該大径部に連なって管軸方向に滑らかに外径が縮径するテーパ部を設けてもよい。前記ワッシャーの長さとしては、 $0.5D \sim 2.0D$ が好ましい。また、前記ワッシャーの前記締付ナット当接面を、球半径が $1.0D \sim 2.5D$ の球面としてもよく、さらに、前記締付ナットのワッシャー当接面を、頂角 θ_1 が $90 \sim 150$ 度の円錐面としてもよい。

[0009] また、本発明における前記コーン状面は、前記厚肉細径鋼管の内径を D_{in} とした場合に、前記接続頭部内面が、接続頭部開口部径 DT が $1.2D_{in} \sim 1.6D_{in}$ 、当該コーン状面のテーパ深さ LT が $0.65L1 \sim 1.3L1$ のコーン状となしていることが好ましい。さらに、前記環状フランジ部の背面が管軸に対し垂直な面もしくは管軸の後方

に縮径する円錐面となしていることが好ましく、かつ前記環状フランジ部背面の円錐面の頂角 θ_2 としては75～120度が好ましい。

[0010] またさらに、本発明は前記シート面の球体半径Rが0.57D～0.65Dの場合には、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることが好ましく、また、前記環状フランジ部の背面が円錐面となしている場合には、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることが好ましく、さらに、前記厚肉細径鋼管の内径Dinが0.4D～0.63Dの場合には、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることが好ましい。

[0011] なお、本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部構造の前記シート面には軟質層を設けてもよく、また、前記軟質層は脱炭層であることが望ましい。さらに、頭部開口部はテーパ面取りもしくはR面取りされたラッパ状となしていることが好ましい。

発明の効果

[0012] 本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、該接続頭部内周面が当該鋼管の内周面に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな面を有することから、該接続頭部の内側に塑性加工により発生するポケット(環状凹部)がほとんど存在しないため、該頭部成形時におけるポケット部の谷部の亀裂の発生、および該頭部内での流体圧によるキャビテーションエロージョンによる亀裂の発生の憂い、並びに前記頭部成形時における該ポケットの形成に伴う内径の大径化および応力集中による内表面の引張応力の上昇現象をなくし、かつ接続頭部内周面が疲労破壊の起点となる可能性を大幅に減少させることができる。

[0013] また、接続頭部の円錐面の頂角の角度と最大径を大きくすることで、締結時の双方のシート面の幅が大きくなることにより、最大接触面圧が高くなることを防止して双方のシート面の変形を小さくすることができ、締結解除時の相手シート面の残留変形量を小さくすることができる。

[0014] さらに本発明の接続頭部構造は、高圧燃料噴射管の肉厚が比較的薄く、接続頭部シート面の球体が比較的大きい場合(例えば管内径Dinが0.4D～0.63D、シート面の球体半径Rが0.57D～0.65Dの場合)、接続頭部の内径部をコーン状とすることで、当該接続頭部を構成する空間のボリューム(体積)が増大することにより鋼材

のボリュームが減少し、頭部成形時に芯金を積極的に内面に当接させることで座屈が少なくなりポケットをさらに小さくできる。さらにまた、例えば管内径 D_{in} が $0.4D \sim 0.63D$ の範囲で環状フランジ部背面が円錐状であっても、ポケットをさらに小さくできる。またさらに、上記範囲外の、例えば管内径 D_{in} が $0.4D$ 未満、あるいはシート面の球体半径 R が $0.57D$ 未満であっても、接続頭部の内径部をコーン状とすることでポケットをさらに小さくあるいはなくすることができる効果が得られる。

- [0015] なお、本発明では、シート面に軟質層を設けることにより、コモンレール等の相手部品継ぎ手部のシール面(シート面)の塑性変形量を減じ、繰返し締結における高いシール性が得られる。さらに、本発明の接続頭部は、該頭部端末から環状フランジ部までの距離が比較的短縮されているため、球面状シート部の剛性が増して締結に伴う頭部開口部の狭塞等の永久変形を防止できると共に、相手部品継ぎ手部の受圧座面に対する座りも安定し、超高压燃料流の繰返し加圧やディーゼル内燃機関等の振動に対しても燃料の洩れによる飛散や接続部の離脱の発生も防止され、前記ポケットがほとんど存在しないことによる燃料の流れの円滑化作用と相俟ってより正確な燃料噴射が可能となる。

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 本発明の接続頭部構造において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) < 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 L_1 を $0.38D \sim 0.6D$ と限定したのは、 $0.38D$ 未満では頭部を形成できず、他方、 $0.6D$ を超えると、ポケットが発生するとともに該ポケットが次第に大きくなるためである。また、前記シート面の球体半径 R を $0.45D \sim 0.65D$ としたのは、 $0.45D$ 未満では頭部を形成できず、他方、 $0.65D$ を超えると、ポケットが発生するとともに該ポケットが次第に大きくなるためである。さらに、前記環状フランジ部外径 D_1 を $1.2D \sim 1.4D$ としたのは、 $1.2D$ 未満では相手部品と締結する際、高い軸力を伝達するための広い押圧面積が確保できず、他方、 $1.4D$ を超えるとポケットが発生するとともに該ポケットが次第に大きくなるためである。

さらにまた、本発明の接続頭部構造において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) \geq 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離

L1を0.38D～0.7Dと限定したのは、0.38D未満では頭部を形成できず、他方、0.7Dを超えると、ポケットが発生するとともに該ポケットが次第に大きくなるためである。なお、前記シート面の球体半径Rおよび前記環状フランジ部外径D1の数値限定理由については、前記 t (肉厚)/D(外径) <0.3 の厚肉細径鋼管の場合と同様であるため省略する。

[0017] また、本発明において、球面状のシート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる円錐面の頂角の角度 θ を50～60度と限定したのは、以下に記載する理由による。

本発明の高圧燃料噴射管の接続頭部構造においては、噴射管側が相手部品より材質的に硬度の高いまたは相手部品の硬度に近い材料である場合、端末締付け時に接続頭部のシート面により相手シート面が塑性変形して当該シート面に圧痕(凹部)が生じることが危惧される。このため、本発明は接続頭部の円錐面の頂角の角度を適正に設定するという技術的手段を採用したのである。すなわち、接続頭部の円錐面の頂角の角度を大きくすることで、噴射管締結時に生じる相手シート面(受圧座面)との接触面の幅が大きくなることにより、最大接触面圧が高くなることを防止して相手シート面の変形(当り深さ)を小さくすることができ、相手シート面の残留変形量を小さくすることができることを知見し、その円錐面の頂角の適正な角度として50～60度を見出した。ここで、円錐面の頂角の角度 θ が50度未満では、相手シート面との接触面を大きくする効果が十分に得られず、相手シート面が変形しくぼみ(凹部)が生じ、他方、円錐面の頂角の角度 θ が60度を超えると通常は頂角60度の円錐面である相手シート面の頂角の角度より大きくなり組付けが不可となる。

なお、本発明において噴射管側の円錐面の頂角の角度 θ を50～60度に限定したのは、噴射管側が相手部品より材質的に硬度の高いまたは相手部品の硬度に近い材料である場合を考慮したことによるが、相手部品側の硬度が噴射管側より高い場合には、噴射管側の円錐面の頂角の角度はポケットがより形成され難い25～40度程度でも十分使用可能である。

[0018] さらに、本発明において、前記円錐面の最大径D3を1.03D～1.09Dと限定したのは、1.03D未満では、端末締付け時に該円錐面の最大径部のエッジが相手シー

ト面に当たり、その部分の接触面圧が高くなり相手シート面(受圧座面)の変形が大きくなり、他方、 $1.09D$ を超えると該接続頭部の外側のボリュウムが大きくなり過ぎて、該接続頭部の内面に皺等ができることが危惧されるためである。

[0019] さらにまた、前記ワッシャーの長さを $0.5D \sim 2.0D$ としたのは、 $0.5D$ 未満では該ワッシャーの高圧燃料噴射管への組付け作業性が悪化し、他方、 $2.0D$ を超えるとナットの全長が長くなりレイアウト性が悪くなり、かつ重くコストアップにつながるためである

[0020] なお、本発明における厚肉細径鋼管の鋼種としては、ステンレス鋼管、トリップ鋼管、炭素鋼管等が好適である。

[0021] 本発明の接続頭部構造において、前記環状フランジ部を、シート面を構成する球面の最大径より管径方向外方に突出した環状に形成することとしたのは、相手部品と締結する際、高い軸力を伝達するため広い押圧面積を確保するためである。

[0022] さらに、前記ワッシャーの締付ナット当接面を球面となし、該球半径を $1.0D \sim 2.5D$ と限定したのは、 $1.0D$ 未満ではナットとの当接部がワッシャーの内径付近となってワッシャーを内径側に変形させて管表面に食い込みを生じることが危惧され、他方、 $2.5D$ を超えるとナットとの当接部がワッシャーの外周付近となってワッシャー外周端部を外径側に変形させてナット内周面に当接することが危惧されるためである。

[0023] さらにまた、前記締付ナットのワッシャー当接面を円錐面となし、該円錐面の頂角 θ を $90 \sim 150$ 度と限定したのは、 90 度未満ではワッシャーとの当接部が該ワッシャーの外周付近となってナットの内周面を外径側に変形させて軸力を低下させることが危惧され、他方、 150 度を超えるとワッシャーとの当接部が該ワッシャーの内径付近となってワッシャーを内径側に変形させて管表面に食い込みを生じることが危惧されるためである。

[0024] また、本発明の接続頭部構造において、前記コーン状面の形成条件として、前記厚肉細径鋼管の内径を D_{in} とした場合に、前記接続頭部の内面に、接続頭部開口部径 DT を $1.2D_{in} \sim 1.6D_{in}$ 、当該コーン状面のテーパ深さ LT を $0.65L_1 \sim 1.3L_1$ としたのは、以下に示す理由による。

接続頭部開口部径 DT が $1.2D_{in}$ 未満では接続頭部を構成する空間が小さく鋼材

のボリュームを多く必要としてポケットが小さくなり難く、他方、1. 6Dinを超えると接続頭部先端部の肉厚が非常に薄くなり幾何形状的に成立しなくなると共に相手部品との締結時に接続頭部の先端部が変形し易くなるためである。

また、テーパ深さLT が0. 65L1未満では接続頭部先端部の空間のボリュームを大きくし、鋼材のボリュームを小さくする効果が十分に得られず、他方、1. 3L1を超えると成形型の芯金とチャックで挟まれた肉厚が元の肉厚より小さくなり加工が困難となると共に耐振動曲げ疲労性が低下するためである。

[0025] なお、本発明において頭部開口部をラッパ状としたのは、管内への燃料の流入抵抗を減らして圧力損失を減少させるためである。

[実施例]

[0026] 図1は本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部構造の第1実施例を示す縦断側面図、図2は同じく接続頭部構造の第2実施例を示す縦断側面図、図3は図2に示す第2実施例のシート面部を拡大して示す縦断側面図、図4は同じく接続頭部構造の第3実施例の要部を拡大して示す縦断側面図、図5は同じく接続頭部構造の第4実施例の要部を拡大して示す縦断側面図、図6は同じく接続頭部構造の第5実施例の要部を拡大して示す縦断側面図、図7は同じく接続頭部構造の第6実施例の要部を拡大して示す縦断側面図、図8は本発明の実施例における相手シート面の変形量(当り深さh)の説明図、図9は図1に示す接続頭部にワッシャー(スリーブワッシャー)を嵌合した状態を示す側面図、図10は同上ワッシャーとナットの当接係合部を拡大して示す縦断面図、図11は同じく本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部構造の第7実施例を示す縦断側面図、図12は同じく接続頭部構造の第8実施例を示す縦断側面図、図13は同じく接続頭部構造の第9実施例を示す縦断側面図、図14は同じく接続頭部構造の第10実施例を示す縦断側面図、図15は図1に示す接続頭部の成形方法に係る加工工程の一例を示す縦断面による説明図、図16は同じく図1に示す接続頭部の成形方法に係る加工工程の他の例を示す縦断面による説明図であり、1は厚肉細径鋼管、2は接続頭部、2aはコーン状面、3は球面状のシート面(押圧座面)、4、4a、4b、4cは略円錐面、4dは円筒状面、5は環状フランジ部、5aは円錐状面(テーパ面)となした背面、6は相手部品、6aはシート面(受圧座面)、7は頭部

開口部、8はワッシャー（スリーブワッシャー）、9は締付ナット、10、10'はチャック、11はパンチ部材である。

[0027] 厚肉細径鋼管1は、予め定寸に切断されたステンレス鋼、トリップ鋼、高圧配管用炭素鋼、合金鋼等の鋼材よりなる管径Dが6mm乃至10mm、肉厚tが1.25mm乃至3.5mm程度の比較的細径厚肉管からなる。

[0028] 図1に示す第1実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、厚肉細径鋼管1の接続端部に、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート3面から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記シート面3に連なって前記環状フランジ部5まで先端に向って先細りとなる管軸方向断面の輪郭が曲線または直線状の円錐面4と、ラップ状となした頭部開口部7とから構成され、かつ該厚肉鋼管1の内部に当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな円筒面を有することからポケットがほとんど存在しない接続頭部2を有する。なお、前記シート面3には軟質層（脱炭層）を設けることができる。

[0029] 上記の接続頭部2において、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの軸方向距離L1は、厚肉細径鋼管1の t/D が0.3未満であれば $0.38D \sim 0.6D$ 、厚肉細径鋼管1の t/D が0.3以上であれば $0.38 \sim 0.7D$ 、前記シート面3の球体半径Rは $0.45D \sim 0.65D$ 、前記環状フランジ部5の外径D1は $1.2D \sim 1.4D$ である。ここで、前記シート面3の球体中心位置Pは、環状フランジ部5の管先端側位置より管軸方向に非管先端側に位置している。

[0030] 図2、図3に示す第2実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート面3から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記球面状のシート面3に連なって前記環状フランジ部側に頂角の角度 θ が $50 \sim 60$ 度であって、最大径D3が $1.03D \sim 1.09D$ の円錐面4と、該円錐面4の最大径部分に連なって前記環状フランジ部5間に形成された円筒状面4dと、ラップ状となした頭部開口部7とから構成され、かつ該厚肉鋼管1の内部に当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな面を有することからポケットがほとんど存在しない接続頭部2を有する。

なお、この接続頭部の場合も、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの

軸方向距離 $L1$ 、前記シート面3の球体半径 R およびシート面3の球体中心位置は、前記図1に示すものと同じである。図中、6は相手部品、6aは相手部品6のシート面である。

[0031] 図4に示す第3実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、前記図2、図3に示すものと同様、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート面3から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記球面状のシート面3に連なって前記環状フランジ部側に頂角の角度 θ が $50\sim 60$ 度であって、最大径 $D3$ が $1.03D\sim 1.09D$ の円錐面4と、該円錐面4の最大径 $D3$ 部分に連なって前記環状フランジ部5間に形成された円錐面4aとから構成されたものである。

なお、この接続頭部の場合も、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの軸方向距離 $L1$ 、前記シート面3の球体半径 R およびシート面3の球体中心位置は、前記図1に示すものと同じである。

[0032] 図5に示す第4実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、前記図4に示すものと同様、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート面3から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記球面状のシート面3に連なって前記環状フランジ部側に頂角の角度 θ が $50\sim 60$ 度であって、最大径 $D3$ が $1.03D\sim 1.09D$ の円錐面4と、該円錐面4の最大径 $D3$ 部分に連なって前記環状フランジ部5間に形成された円筒状面4dとから構成されたものである。

なお、この接続頭部の場合も、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの軸方向距離 $L1$ 、前記シート面3の球体半径 R およびシート面3の球体中心位置は、前記図1に示すものと同じである。

[0033] 図6に示す第5実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート面3から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記球面状のシート面3に連なって前記環状フランジ部側に頂角の角度 θ が $50\sim 60$ 度であって、最大径 $D3$ が $1.03D\sim 1.09D$ の円錐面4と、該円錐面4の最大径 $D3$ 部分に連なって前記環状フランジ部5間に形成された半径 $R1$ で管軸方向断面輪郭がほぼ円弧状で凹状の円錐面4bとから構成されたものである。

なお、この接続頭部の場合も、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの

軸方向距離 $L1$ 、前記シート面3の球体半径 R およびシート面3の球体中心位置は、前記図1に示すものと同じである。

- [0034] 図7に示す第6実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート面3から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記球面状のシート面3に連なって前記環状フランジ部側に略球面に近くかつ角度 θ が $50\sim 60$ 度であって、最大径 $D3$ が $1.03D\sim 10.9D$ の円錐面4と、該円錐面4の最大径 $D3$ 部分に連なって前記環状フランジ部5間に形成された半径 $R2$ のほぼ円弧に近い管軸方向断面輪郭が凸状の円錐面4cとから構成されたものである。

なお、この接続頭部の場合も、接続頭部端末から前記環状フランジ部5背面までの軸方向距離 $L1$ 、前記シート面3の球体半径 R およびシート面3の球体中心位置は、前記図1に示すものと同じである。

- [0035] 前記図1に示す高圧燃料噴射管の接続頭部構造の場合は、前記したごとく該噴射管の硬度が相手部品より高いかまたは相手部品の硬度に近い場合には、図8に示すごとく締付けトルクが高くなるほど相手部品6のシート面6a(受圧座面)に接続頭部のシート面3が食い込んで双方が変形し相手シート面6aに当り深さ h で示す圧痕6a'が生じるおそれがある。しかしながら、図2～図7に示す高圧燃料噴射管の接続頭部構造の場合は、接続頭部の円錐面4の角度が大きいことにより締結時の接触面の幅が大きくなるので、噴射管の硬度が相手部品6より高いかまたは相手部品の硬度に近くても相手シート面6aに生じる圧痕6a'の深さ h を改善することが可能となり、相手シート面の残留変形量を小さくすることが可能となる。

- [0036] また、図9、図10に示す本発明におけるワッシャー8は、環状フランジ部5の首下部にかしめ等の手段により密嵌、あるいは遊嵌されている。このワッシャー8の締付ナット9当接面8-1は球面となし、該球半径 $R2$ は $1.0D\sim 2.5D$ である。さらに、前記締付ナット9のワッシャー8当接面9-1は円錐面となし、該円錐の頂角 $\theta 1$ は $90\sim 150$ 度である。

なお、環状フランジ部5の首下部に密嵌もしくは遊嵌されるワッシャーとしては、円筒状のもの以外に、頭部先端側あるいは後端側にフランジを有する円筒状のワッシ

ヤー等もある。頭部の後端側にフランジを有する円筒状のワッシャーの場合も締付ナット当接面は球面となす。また、前記の後端側にフランジを有する円筒状のワッシャーの場合、締付ナット9との当接面は管軸に垂直な平坦面や管軸の後方へ縮径するテーパ面、あるいは凸状の球面であってもよい。

[0037] 図11に示す第7実施例の高圧燃料噴射管の接続頭部2は、前記環状フランジ部5の背面に連なって、前記ワッシャー8の長さにはほぼ相当する長さにわたり、管外径D2が $1.02D \sim 1.08D$ の大径部2-1を有し、かつ該大径部2-1に連なって管軸方向に滑らかに外径が縮径するテーパ部2-2を有する。

[0038] また、図12に示す第8実施例は、管肉厚が比較的薄く(内径Dinが例えば $0.4D \sim 0.63D$)、先端シート面の球体が比較的大きい(シート面の球体半径Rが例えば $0.57D \sim 0.65D$)高圧燃料噴射管の接続頭部2を例示した場合で、この接続頭部2は、厚肉細径鋼管1の内径をDinとした場合に、該接続頭部の内面に、該接続頭部開口部径DTが $1.2Din \sim 1.6Din$ 、コーン状面のテーパ深さLTが $0.65L1 \sim 1.3L1$ のコーン状面2aを形成したものである。このように接続頭部2の内径部にコーン状面2aを設けることにより当該接続頭部を構成する空間のボリューム(体積)を増大させて鋼材のボリュームを減らすことができ、後述する芯金を採用する頭部成形方法による頭部成形時に前記芯金を積極的に頭部内面に当接させることにより座屈が少なくなるとともに、ポケットをなくしあるいは可及的に小さくすることができる。

[0039] さらに、図13に示す第9実施例は、前記図12に示す第8実施例に示す高圧燃料噴射管と同様、管肉厚が比較的薄い厚肉細径鋼管(内径Dinが例えば $0.4D \sim 0.63D$)1であって、前記接続頭部の内面に、該接続頭部2の開口部径DTが $1.2Din \sim 1.6Din$ 、コーン状面のテーパ深さLTが $0.65L1 \sim 1.3L1$ のコーン状面2aを形成し、かつ環状フランジ部5の背面5aが管軸の後方に縮径する円錐面(テーパ面)となしたものである。この管内径Dinが例えば $0.4D \sim 0.63D$ の範囲での環状フランジ部5の背面5aが円錐面となした接続頭部2の場合も、内径部がコーン状となすことにより当該接続頭部を構成する空間のボリューム(体積)を増大させて鋼材のボリュームを減らすことができるので、頭部内面にできるポケットをなくしあるいは可及的に小さくすることができる。なお、本実施例の接続頭部構造におけるL1は、図示のよ

うに接続頭部端末から環状フランジ部5の背面側端部間での軸方向距離である。

[0040] 前記図12、図13に示す実施例はそれぞれ、コーン状面のテーパー深さLTが $1.3L1$ の、深さが環状フランジ部5背面までの軸方向距離 $L1$ より長いコーン状面2aを形成した接続頭部を示したものであるが、図14に示す第10実施例は、コーン状面のテーパー深さLTが $0.7L1$ の、深さが環状フランジ部5背面までの軸方向距離 $L1$ より短いコーン状面2aを形成した接続頭部を示したものである。この接続頭部2の場合も、内径部がコーン状となすことにより当該接続頭部を構成する空間のボリューム(体積)を増大させて鋼材のボリュームを減らすことができるので、頭部内面にできるポケットをなくしあるいは可及的に小さくすることができる。

[0041] 次に、本発明に係る図1に示す高圧燃料噴射管の接続頭部2の頭部成形方法を図15、図16に基づいて説明する。

本発明では接続頭部2の加工代Lを設けてチャック10、10'にてチャックし、そのパンチ部材11として、接続頭部2の球面状のシート面3、円錐面4、環状フランジ部5、ワッシャー8、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ 、環状フランジ部外径 $D1$ 、シート面3の球体半径Rのそれぞれに対応する球面11-1、円錐面11-2、フラット部11-3、芯金11-4を形成したものをを用いる。

[0042] 図15に示す頭部成形方法の場合、成形に際しては、規定の製品長さに切断されかつ開口端部を面取り加工した厚肉細径鋼管1の端部に、予め先端側に接続頭部の頭部加工代Lを残して短寸筒状のワッシャー8を組込み、しかる後当該鋼管1をチャック10に保持した状態で当該鋼管1の先端部を前記パンチ部材11により軸芯方向へ押圧する。この押圧により厚肉鋼管1の頭部加工代の部分が塑性流動し、厚肉鋼管1の先端部に、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート3面から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部5まで先端に向って先細りとなる円錐面4と、ラッパ状となした頭部開口部7とから構成され、かつ該頭部内周面が当該鋼管の内周面に近い略フラットな面を有し、さらに該頭部内周付近に圧縮残留応力を有する接続頭部2が得られる。この方法の場合は、予め先端側に接続頭部の頭部加工代Lを残してワッシャー8を組込み、しかる後に端部付近をチャック10に保持した状態でプレス成形するので、前記ワ

ワッシャー8は頭部首下部に圧嵌されるが、ワッシャー8をチャック10から離して当該鋼管に遊嵌せしめた状態でプレス成形した後、該頭部首下部に該ワッシャー8を嵌着してもよい。このワッシャー8を遊嵌せしめた状態で接続頭部を成形する方法としては、図16にその一例を示すように規定の製品長さに切断されかつ開口端部を面取り加工した厚肉細径鋼管1に前記ワッシャー8をチャック10'から離して当該鋼管に遊嵌せしめた状態で頭部加工代Lを残してチャック10'に保持し、この状態で当該鋼管1の先端部をパンチ部材11により軸芯方向へ押圧する。この押圧により前記と同様、厚肉鋼管1の頭部加工代Lの部分が塑性流動し、厚肉鋼管1の先端部に、外側周面を相手座部への球面状のシート面3と、該シート3面から軸芯方向に間隔をおいて設けた環状フランジ部5と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部5まで先端に向って先細りとなる円錐面4と、ラップ状となした頭部開口部7とから構成され、かつ該頭部内周面が当該鋼管の内周面に近い略フラットな面を有し、さらに該頭部内周付近に圧縮残留応力を有する接続頭部2が得られる。この方法の場合は、プレス成形後にワッシャー8を頭部首下部に移動させて嵌着する。

なお、図11に示す大径部2-1とテーパ部2-2を有する接続頭部を成形する場合は、該大径部2-1とテーパ部2-2のサイズに応じたチャック10、10'を用いることはいうまでもない。また、接続頭部開口端部がラップ状やC面、R面となした高圧燃料噴射管、あるいは内径部がコーン状となした高圧燃料噴射管の接続頭部の場合は、前記図12に示す頭部成形方法におけるパンチ部材11の芯金11-4部の付け根部をテーパ状に大径としたものを用いて成形することができる(特公昭55-35220号の第12図/第13図/第14図/第15図参照)。

[0043] すなわち、前記本発明の成形方法によれば、接続頭部2の端末から前記環状フランジ部5背面までの軸方向距離L1は厚肉細径鋼管の t/D が0.3未満であれば0.38D~0.6D、同じく t/D が0.3以上であれば0.38~0.7D、前記シート面3の球体半径Rは0.45D~0.65D、前記環状フランジ部5外径D1は1.2D~1.4Dであって、環状フランジ部5の首下部にワッシャー8が密嵌もしくは遊嵌され、かつ該頭部内周面が当該鋼管の内周面に近い略フラットな面を有することから該頭部内周面にはほとんどポケットが存在せず、該頭部内周付近に圧縮残留応力を有する接続頭部

2が得られる。また、管肉厚が比較的薄く、先端シート面の球体が比較的大きい(シート面の球体半径Rが例えば0.57D~0.65D)高圧燃料噴射管の接続頭部2の場合であっても、前記軸方向距離L1、シート面3の球体半径Rおよび環状フランジ部5外径D1の条件に加え、接続頭部の内部を開口部径DTが1.2Din~1.6Din、コーン状面のテーパ深さLTが0.65L1~1.3L1のコーン状とすることにより、ポケットをなくしあるいは可及的に小さくすることができる。

[0044] なお、前記図2~図7に示す高圧燃料噴射管の接続頭部構造は、相手部品のシート面の変形(凹部)を防止する手段として接続頭部側の円錐面の頂角の角度と円錐面の最大径を特定したが、これとは反対に相手部品のシート面に該相手部品のシート面の変形量を見込んだ凸部を予め形成しておくことも考えられる。この場合の相手部品側に形成する凸部の条件としては、噴射管及び相手部品の材質やシート面の硬度、接触面の幅等を考慮して設定することはいうまでもない。

[0045] 前記した本発明の接続頭部2において、前記シート面3に設ける軟質層(脱炭層)は、成形加工前もしくは成形加工後に熱処理によって設ける。

[0046] なお、ここでは接続頭部2の環状フランジ部5の背面が管軸に対して垂直な環状の平坦面と、管軸の後方に縮径する円錐面(テーパ面)を有するものを示したが、この環状フランジ部5の背面は、管軸に垂直な環状の平坦面および管軸の後方に縮径する円錐面(テーパ面)に限らず、環状の凸球面や凹球面、もしくは管軸の後方に縮径する凸状もしくは曲面であってもよいことはいうまでもない。

実施例 1

[0047] 管径Dが8.0mm、管内径Dinが4.0mm、肉厚tが2.0mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.25$)(材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により図1に示す接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1はそれぞれL1=3.9mm、R=4.2mm、D1=10.0mmであったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生は確認されなかった。

実施例 2

[0048] 管径Dが8.0mm、管内径Dinが4.0mm、肉厚tが2.0mmの厚肉細径鋼管 ($t/D=0.25$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図3に示す断面構造の接続頭部を成形した。本実施例における厚肉細径鋼管の管径D、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1、円錐面の頂角の角度 θ および円錐面の最大径D3はそれぞれL1=3.9mm、R=4.2mm、D1=10.0mm、 $\theta=56$ 度、D3=8.5mmであって、シート面付近の硬さはHv320であった。

この接続頭部を有する噴射管をシート面付近の硬さがHv280の相手部品に組付けした後解除した際の相手部品のシート面(受圧座面)の変形を調査するため、締付け荷重25kNで該噴射管を相手部品に締結し、その後解除したところ、シート面に残留する当り深さhは図1に示す接続頭部の場合は $25\mu\text{m}$ であったのに対し、本実施例の接続頭部の場合は $15\mu\text{m}$ と、相手部品のシート面に残留する変形量を40%改善することができた。

実施例 3

[0049] 管径Dが6.0mm、管内径Dinが3.0mm、肉厚tが1.5mmの厚肉細径鋼管 ($t/D=0.25$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図12に示すコーン状面付き接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、管内径Din、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1、コーン状面のテーパ深さLT、先端開口部径DTはそれぞれL1=3.0mm、R=3.75mm、D1=8.4mm、LT=2.8mm、DT=4.2mmであったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生はほとんど確認されなかった。

実施例 4

[0050] 管径Dが6.0mm、管内径Dinが3.0mm、肉厚tが1.5mmの厚肉細径鋼管 ($t/D=$

D=0.25) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、それぞれ図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図12に示すコーン状面付き接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、管内径Din、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1、コーン状面のテーパ深さLT、先端開口部径DT、環状フランジ部5の背面5aの頂角 θ_2 はそれぞれL1=2.8mm、R=3.75mm、D1=8.4mm、LT=3.5mm、DT=3.8mm、 $\theta_2=90$ 度であったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)は極僅かしか発生しなかった。

実施例 5

- [0051] 管径Dが6.35mm、管内径Dinが4.0mm、肉厚tが1.675mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.264$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により図1に示す接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1はそれぞれL1=2.5mm、R=3.75mm、D1=8.2mmであったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生は確認されなかった。

実施例 6

- [0052] 管径Dが9.0mm、管内径Dinが4.0mm、肉厚tが2.5mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.278$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図3に示す断面構造の接続頭部を成形した。本実施例における厚肉細径鋼管の管径D、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1、円錐面の頂角の角度 θ および円錐面の最大径D3はそれぞれL1=4.5mm、R=4.75mm、D1=12mm、 $\theta=56$ 度、D3=9.4mmであって、シート面付近の硬さはHv320であった。

この接続頭部を有する噴射管をシート面付近の硬さがHv280の相手部品に組付

けた後に解除した際の相手部品のシート面(受圧座面)の変形を調査するため、締め付け荷重25kNで該噴射管を相手部品に締結し、その後解除したところ、シート面に残留する当り深さ h は図1に示す接続頭部の場合は $25\mu\text{m}$ であったのに対し、本実施例の接続頭部の場合は $15\mu\text{m}$ と、相手部品のシート面に残留する変形量を40%改善することができた。

実施例 7

- [0053] 管径 D が7.0mm、管内径 D_{in} が3.0mm、肉厚 t が2.0mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.286$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図12に示すコーン状面付き接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径 D 、管内径 D_{in} 、肉厚 t に対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ 、シート面の球体半径 R 、環状フランジ部外径 $D1$ 、コーン状面のテーパ深さ LT 、先端開口部径 DT はそれぞれ $L1=3.5\text{mm}$ 、 $R=3.7\text{mm}$ 、 $D1=9.2\text{mm}$ 、 $LT=3.0\text{mm}$ 、 $DT=3.7\text{mm}$ であったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生はほとんど確認されなかった。

実施例 8

- [0054] 管径 D が10mm、管内径 D_{in} が4.0mm、肉厚 t が3.0mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.3$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により図1に示す接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径 D 、肉厚 t に対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ 、シート面の球体半径 R 、環状フランジ部外径 $D1$ はそれぞれ $L1=5.0\text{mm}$ 、 $R=5.5\text{mm}$ 、 $D1=13.0\text{mm}$ であったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生は確認されなかった。

実施例 9

- [0055] 管径 D が9mm、管内径 D_{in} が3.5mm、肉厚 t が2.75mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.306$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパン

チ部材11を採用して図3に示す断面構造の接続頭部を成形した。本実施例における厚肉細径鋼管の管径D、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1、円錐面の頂角の角度 θ および円錐面の最大径D3はそれぞれL1=4.5mm、R=4.75mm、D1=12.0mm、 $\theta=56$ 度、D3=9.4mmであって、シート面付近の硬さはHv320であった。

この接続頭部を有する噴射管をシート面付近の硬さがHv280の相手部品に組付けした後、解除した際の相手部品のシート面(受圧座面)の変形を調査するため、締付け荷重25kNで該噴射管を相手部品に締結し、その後解除したところ、シート面に残留する当り深さhは図1に示す接続頭部の場合は $25\mu\text{m}$ であったのに対し、本実施例の接続頭部の場合は $15\mu\text{m}$ と、相手部品のシート面に残留する変形量を40%改善することができた。

実施例 10

- [0056] 管径Dが8mm、管内径Dinが3.0mm、肉厚tが2.5mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.313$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図12に示すコーン状面付き接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、管内径Din、肉厚tに対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離L1、シート面の球体半径R、環状フランジ部外径D1はそれぞれL1=5.1mm、R=4.325mm、D1=11.0mmであったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生はほとんど確認されなかった。

実施例 11

- [0057] 管径Dが9mm、管内径Dinが3.0mm、肉厚tが3mmの厚肉細径鋼管($t/D=0.333$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、それぞれ図15に示す頭部成形方法により芯金11-4の付け根部をテーパ状に大径としたパンチ部材11を採用して図12に示すコーン状面付き接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径D、管内径Din、肉厚tに対し、得られた接続頭

部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ 、シート面の球体半径 R 、環状フランジ部外径 $D1$ 、コーン状面のテーパ深さ LT 、先端開口部径 DT 、環状フランジ部5の背面5aの頂角 $\theta 2$ はそれぞれ $L1=6.3\text{mm}$ 、 $R=4.75\text{mm}$ 、 $D1=12.0\text{mm}$ 、 $LT=4.0\text{mm}$ 、 $DT=3.7\text{mm}$ 、 $\theta 2=90$ 度であったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)は極僅かしか発生しなかった。

実施例 12

- [0058] 管径 D が 10mm 、管内径 D_{in} が 3.0mm 、肉厚 t が 3.5mm の厚肉細径鋼管($t/D=0.35$) (材質:EN E355)を用い、該鋼管の開口端部を面取り加工した後、図15に示す頭部成形方法により図1に示す接続頭部を成形した。本実施例における各厚肉細径鋼管の管径 D 、肉厚 t に対し、得られた接続頭部の接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ 、シート面の球体半径 R 、環状フランジ部外径 $D1$ はそれぞれ $L1=7.0\text{mm}$ 、 $R=5.5\text{mm}$ 、 $D1=13.0\text{mm}$ であったが、接続頭部内周面にポケット(環状凹部)の発生は確認されなかった。

産業上の利用可能性

- [0059] 本発明に係る高圧燃料噴射管の接続頭部は、該接続頭部の内側に塑性加工により発生するポケット(環状凹部)がほとんど存在しないため、該頭部成形時におけるポケット部の谷部の亀裂の発生、および該頭部内での流体圧によるキャビテーションエロージョンを生じたことに伴う亀裂の発生の憂い、並びに前記頭部成形時における該ポケットの形成に伴う内径の大径化および応力集中による内表面の引張応力の上昇現象をなくし、かつ接続頭部内周面が疲労破壊の起点となる可能性を大幅に減少させることができる。また、接続頭部の円錐面の頂角の角度と最大径を大きくすることで、締結時の双方のシート面の接触面の幅が大きくなることにより、最大接触面圧が高くなることを防止して双方のシート面の変形を小さくすることができ、締結解除時の相手シート面の残留変形量を小さくできる。さらに本発明の接続頭部構造は、高圧燃料噴射管の肉厚が比較的薄く、接続頭部シート面の球体が比較的大きい場合でも、接続頭部の内径部をコーン状とすることで、ポケットを小さくすることができ、さらにまた、環状フランジ部背面が円錐状であっても、ポケットを小さくできる。

またさらに、シート面に軟質層を設けた場合には、コモンレール等の相手部品継ぎ

手部のシール面(シート面)の塑性変形をより減少させることができ、繰返し締結における高いシール性が得られる。さらに、本発明の接続頭部は、該頭部端末から環状フランジ部までの距離が比較的短縮されているため、球面状シート部の剛性が増して締結に伴う頭部開口部の狭塞等の永久変形を防止できると共に、相手部品継ぎ手部の受圧座面に対する座りも安定し、超高压燃料流の繰返し加圧やディーゼル内燃機関等の振動に対しても燃料の洩れによる飛散や接続部の離脱の発生も防止され、前記ポケットがほとんど存在しないことによる燃料の流れの円滑化作用と相俟ってより正確な燃料噴射が可能となる。

したがって、本発明は、ディーゼル内燃機関における燃料の供給路として配設多用される高压燃料噴射管に限らず、比較的細径からなる厚肉鋼管による接続頭部を有する各種の高压金属配管にも適用可能である。

図面の簡単な説明

[0060] [図1]本発明に係る高压燃料噴射管の接続頭部構造の第1実施例を示す縦断側面図である。

[図2]同じく接続頭部構造の第2実施例を示す縦断側面図である。

[図3]図2に示す第2実施例のシート面部を拡大して示す縦断側面図である。

[図4]同じく接続頭部構造の第3実施例の要部を拡大して示す縦断側面図である。

[図5]同じく接続頭部構造の第4実施例の要部を拡大して示す縦断側面図である。

[図6]同じく接続頭部構造の第5実施例の要部を拡大して示す縦断側面図である。

[図7]同じく接続頭部構造の第6実施例の要部を拡大して示す縦断側面図である。

[図8]本発明の実施例における相手シート面の変形量(当り深さ h)の説明図である。

[図9]図1に示す接続頭部にワッシャー(スリーブワッシャー)を嵌合した状態を示す側面図である。

[図10]同上ワッシャーとナットの当接係合部を拡大して示す縦断面図である。

[図11]同じく本発明に係る高压燃料噴射管の接続頭部構造の第7実施例を示す縦断側面図である。

[図12]同じく接続頭部構造の第8実施例を示す縦断側面図である。

[図13]同じく接続頭部構造の第9実施例を示す縦断側面図である。

[図14]同じく接続頭部構造の第10実施例を示す縦断側面図である。

[図15]図1に示す接続頭部の成形方法に係る加工工程の一例を示す縦断面による説明図である。

[図16]図1に示す接続頭部の成形方法に係る加工工程の他の例を示す縦断面による説明図である。

[図17]本発明の対象とする従来の高圧燃料噴射管の接続頭部の一例を示す縦断側面図である。

符号の説明

- [0061]
- 1 厚肉細径鋼管
 - 2 接続頭部
 - 2a コーン状面
 - 2-1 大径部
 - 2-2 テーパー部
 - 3 球面状のシート面
 - 4、4a、4b、4c 略球面に近い円錐面
 - 4d 円筒状面
 - 5 環状フランジ部
 - 5a 環状フランジ部の背面
 - 6 相手部品
 - 6a シート面
 - 6a' 圧痕
 - 7 頭部開口部
 - 8 ワッシャー
 - 9 締付ナット
 - 10、10' チャック
 - 11 パンチ部材

請求の範囲

- [1] 比較的細径からなる厚肉細径鋼管の接続端部に、球面状のシート面と、該シート面から軸芯方向に間隔をおいて形成された環状フランジ部と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる略球面に近い円錐面を有し、前記環状フランジ部の背面を直接もしくは間接に係合する締付ナットを組込んでなる高圧燃料噴射管の接続頭部構造において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) < 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ が $0.38D \sim 0.6D$ 、前記シート面の球体半径 R が $0.45D \sim 0.65D$ 、前記環状フランジ部外径 $D1$ が $1.2D \sim 1.4D$ であって、該頭部内周面が当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな円筒状面および／またはコーン状面を有する接続頭部であることを特徴とする高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [2] 比較的細径からなる厚肉細径鋼管の接続端部に、球面状のシート面と、該シート面から軸芯方向に間隔をおいて形成された環状フランジ部と、前記シート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる略球面に近い円錐面を有し、前記環状フランジ部の背面を直接もしくは間接に係合する締付ナットを組込んでなる高圧燃料噴射管の接続頭部構造において、 $t(\text{肉厚})/D(\text{外径}) \geq 0.3$ の厚肉細径鋼管の場合に、接続頭部端末から前記環状フランジ部背面までの軸方向距離 $L1$ が $0.38D \sim 0.7D$ 、前記シート面の球体半径 R が $0.45D \sim 0.65D$ 、前記環状フランジ部外径 $D1$ が $1.2D \sim 1.4D$ であって、該頭部内周面が当該鋼管の内周面の径に近い管軸方向断面の輪郭が略フラットな円筒状面および／またはコーン状面を有する接続頭部であることを特徴とする高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [3] 前記接続頭部の、前記球面状のシート面に連なって前記環状フランジ部または該環状フランジ部付近まで先端に向かって先細りとなる円錐面の頂角の角度 θ が $50 \sim 60$ 度、該円錐面の最大径 $D3$ が $1.03D \sim 1.09D$ であり、かつ前記円錐面の最大径部分と前記環状フランジ部が円錐面、または輪郭が凸状または凹状の円錐面、あるいは円筒状面で連なっていることを特徴とする請求項1または2に記載の高圧燃料噴

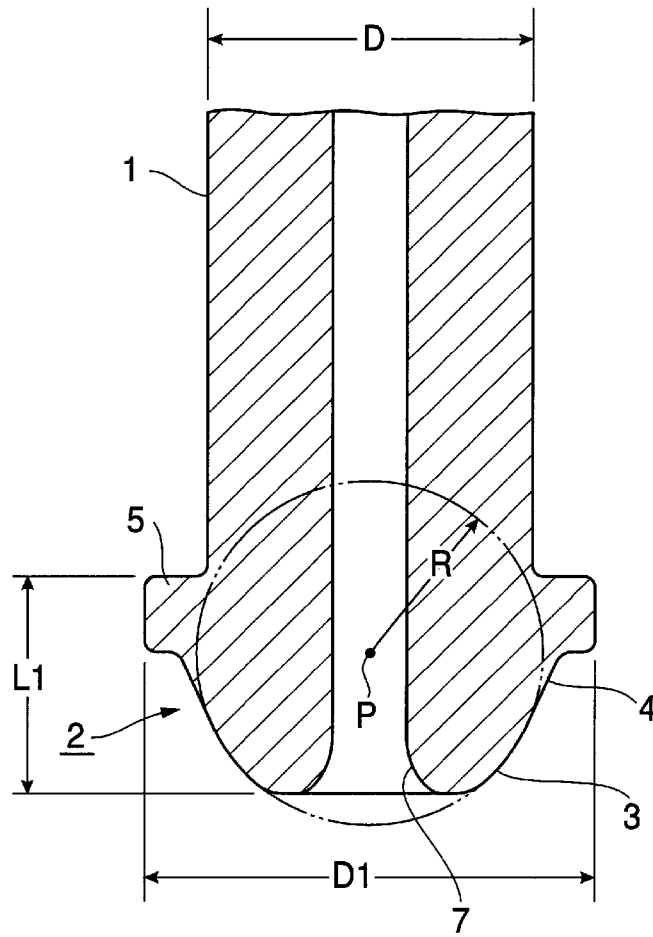
射管の接続頭部構造。

- [4] 前記環状フランジ部が、シート面を構成する球面の最大径より管径方向外方に突出した環状に形成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [5] 前記環状フランジ部の首下部に円筒状もしくはフランジ付き円筒状のワッシャーが密嵌もしくは遊嵌されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [6] 前記環状フランジ部背面に連なって、前記ワッシャーの長さに相当する長さにわたり、管外径が $1.02D \sim 1.08D$ の大径部を有し、かつ該大径部に連なって管軸方向に滑らかに外径が縮径するテーパ部を有することを特徴とする請求項5に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [7] 前記ワッシャー全長が $0.5D \sim 2.0D$ であることを特徴とする請求項5または6に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [8] 前記ワッシャーの前記締付ナット当接面を球面となし、該球半径が $1.0D \sim 2.5D$ であることを特徴とする請求項5ないし7のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [9] 前記締付ナットのワッシャー当接面が円錐面となし、該円錐面の頂角 θ_1 が $90 \sim 150$ 度であることを特徴とする請求項5ないし8のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [10] 前記シート面に軟質層を有することを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [11] 前記軟質層が脱炭層であることを特徴とする請求項10に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [12] 頭部開口部がテーパ面取りもしくはR面取りされたラッパ状となしていることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [13] 前記コーン状面は、前記厚肉細径鋼管の内径を D_{in} とした場合に、前記接続頭部の内面が、該接続頭部開口部径 DT が $1.2D_{in} \sim 1.6D_{in}$ 、当該コーン状面のテー

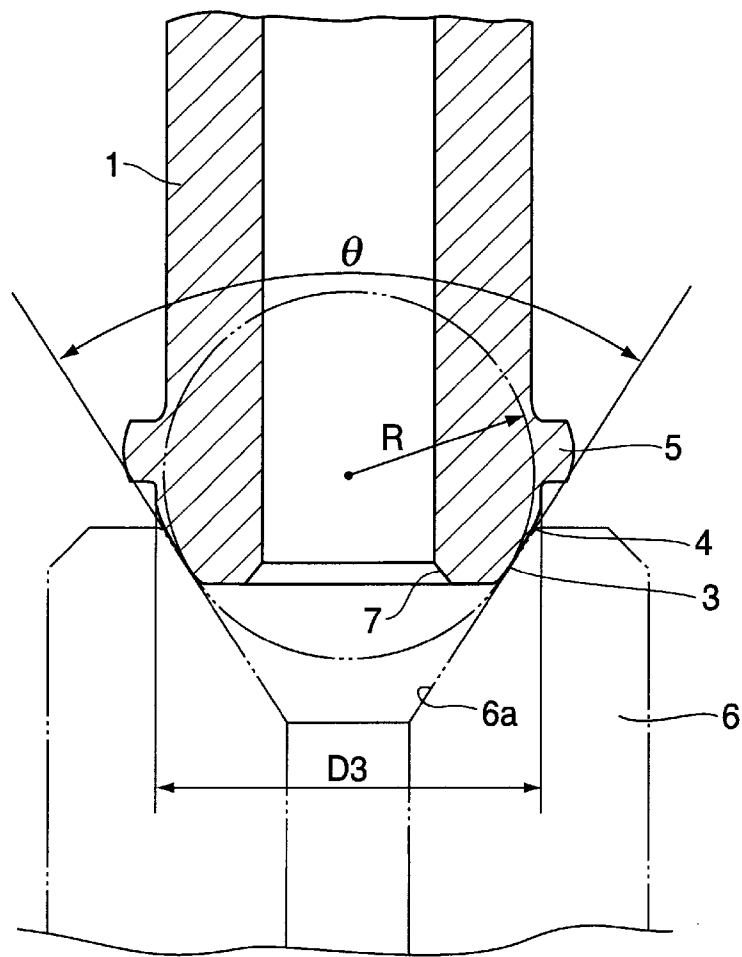
パー深さLTが $0.65L1 \sim 1.3L1$ であることを特徴とする請求項1ないし12のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。

- [14] 前記環状フランジ部の背面が管軸に対し垂直な面もしくは管軸の後方に縮径する円錐面となしていることを特徴とする請求項1ないし13のいずれか1項に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [15] 前記環状フランジ部背面の円錐面の頂角 θ_2 が $75 \sim 120$ 度であることを特徴とする請求項14に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [16] 前記シート面の球体半径Rが $0.57D \sim 0.65D$ の場合に、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることを特徴とする請求項13に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [17] 前記環状フランジ部の背面が円錐面となしている場合に、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることを特徴とする請求項14または15に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。
- [18] 前記厚肉細径鋼管の内径 D_{in} が $0.4D \sim 0.63D$ の場合に、前記接続頭部の内径部が前記コーン状となしていることを特徴とする請求項13に記載の高圧燃料噴射管の接続頭部構造。

[図1]

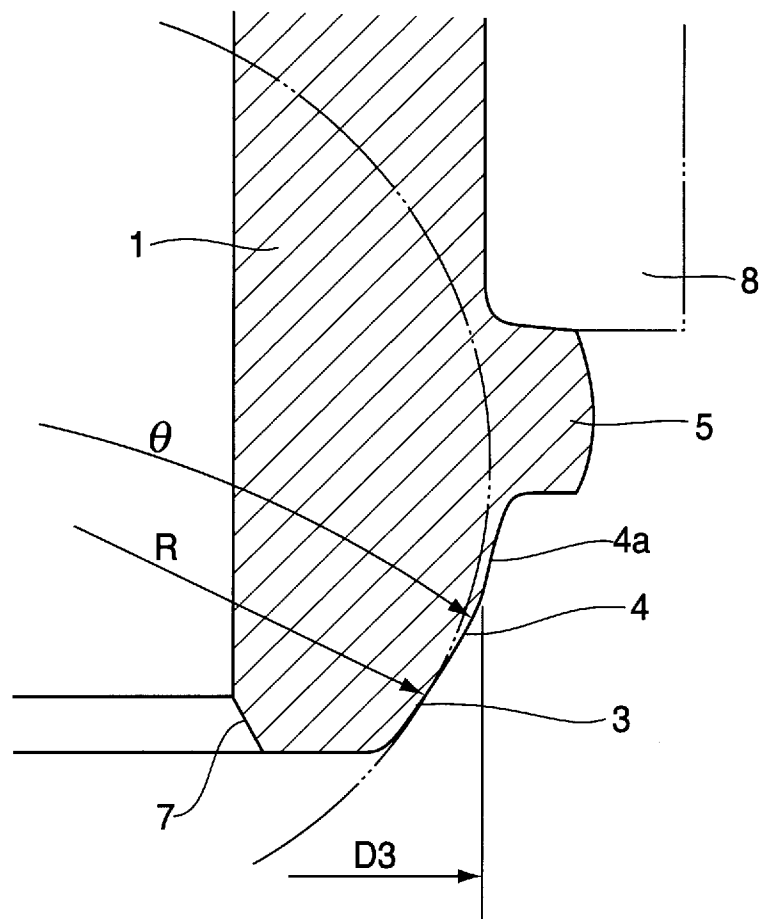


[図2]

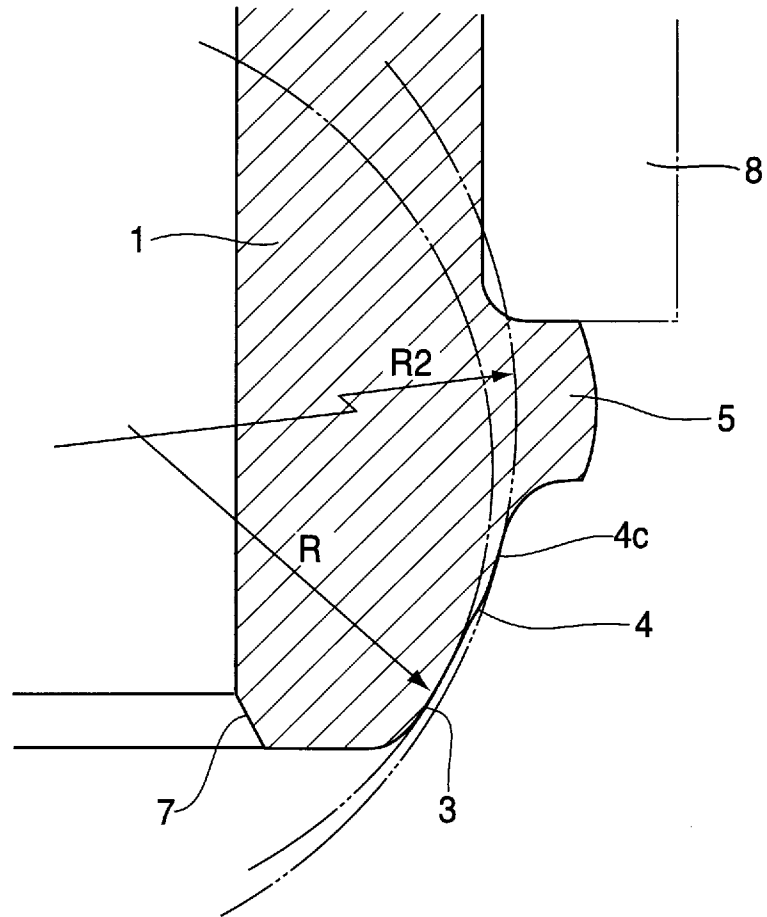


[illegible]

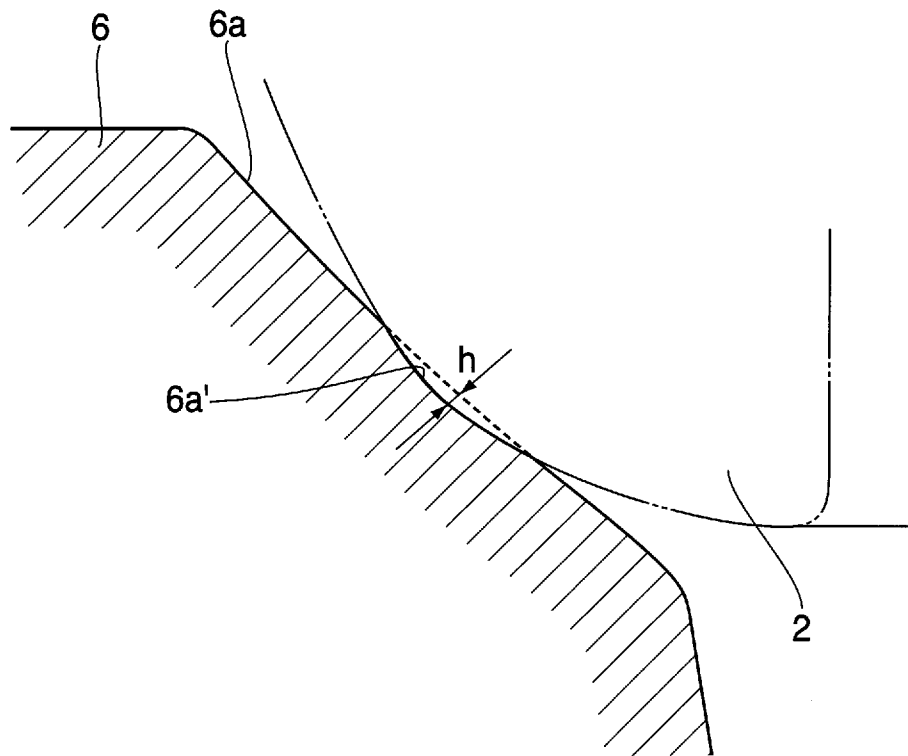
[図4]



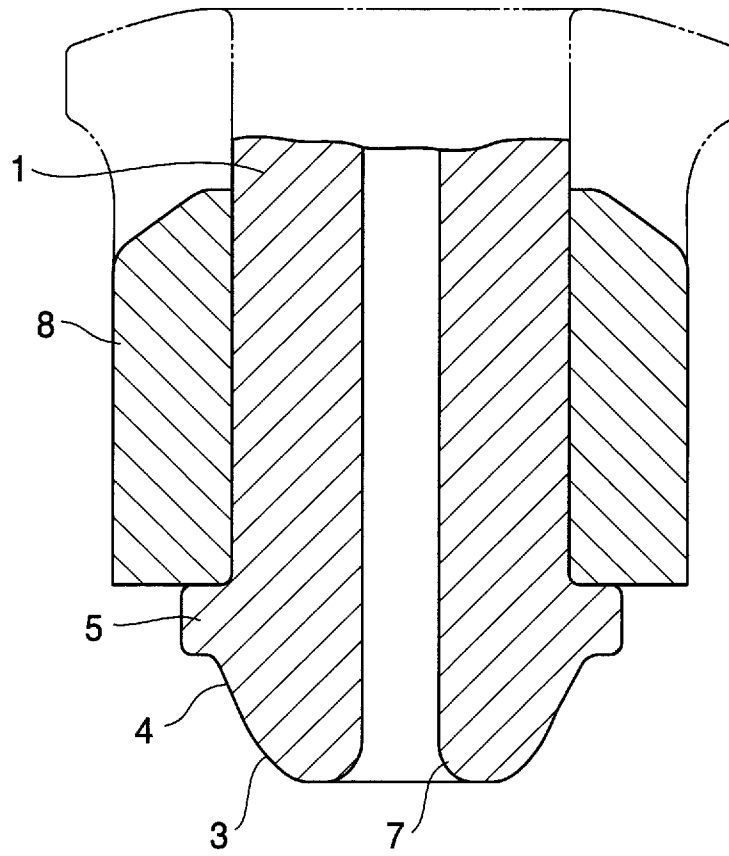
[図7]



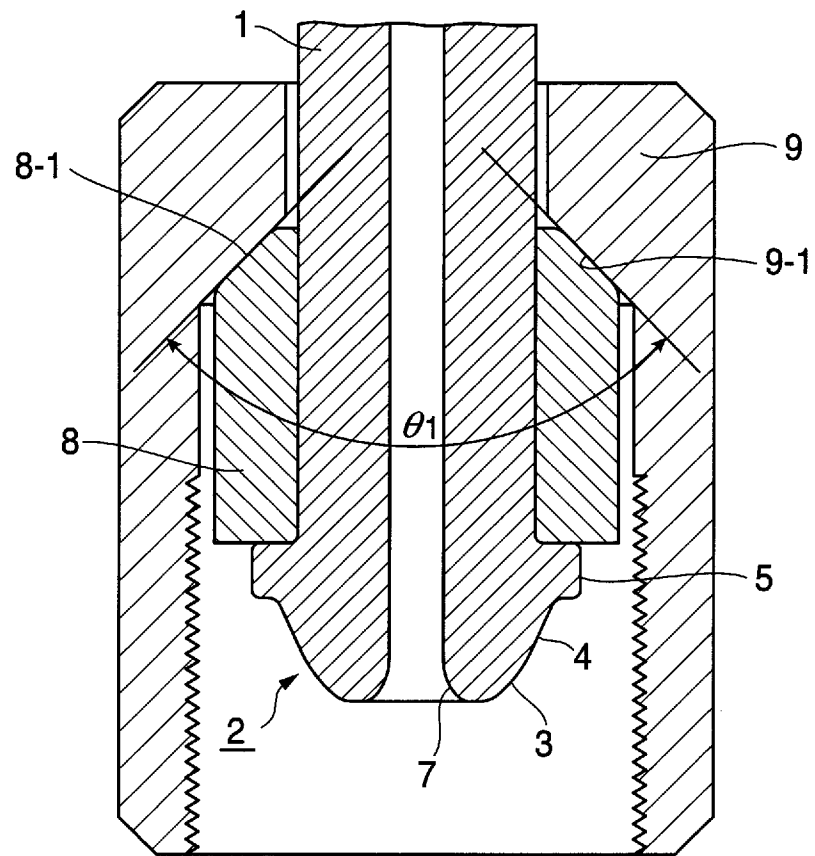
[図8]



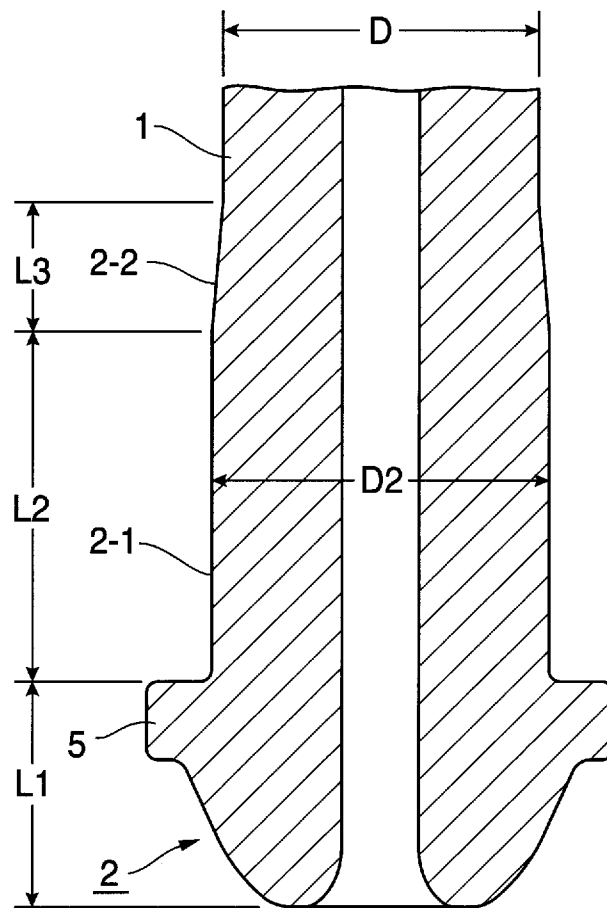
[図9]



[図10]

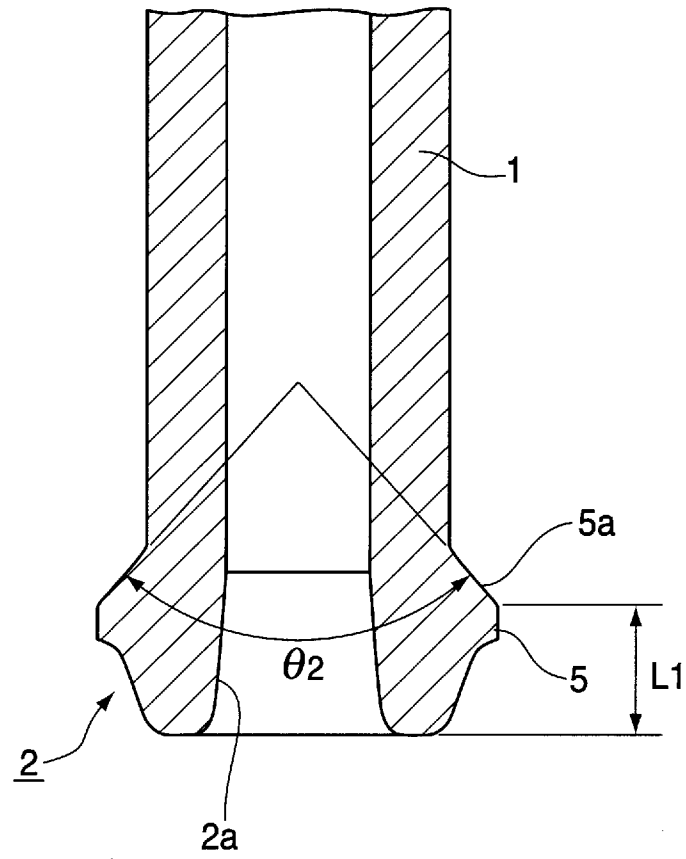


[図11]

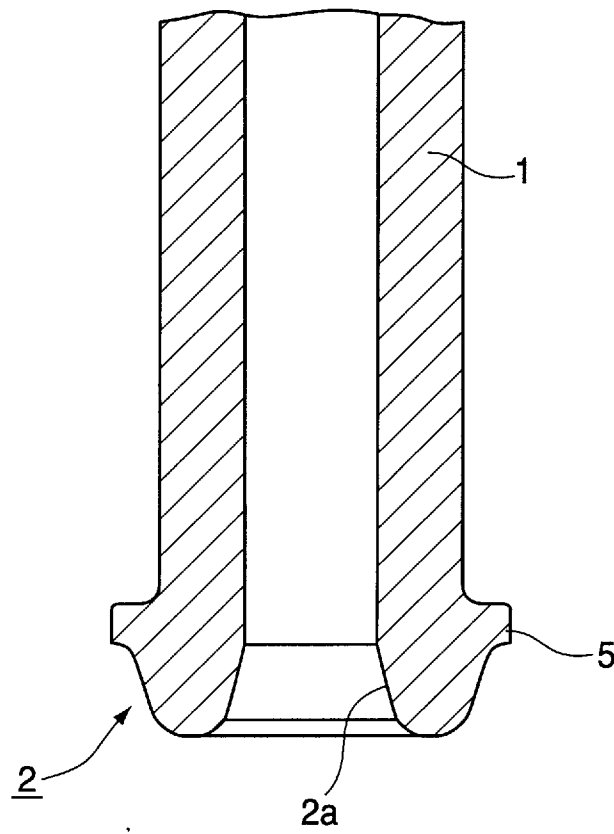


A cross-sectional view of a mechanical assembly. The assembly consists of a central shaft (1) with a central hole (2) and a central bore (2a). The shaft is surrounded by a sleeve (8). The sleeve has a central bore (5) and a central bore (8). The sleeve is secured by a nut (2) and a washer (2a). The dimensions are labeled: D_{in} is the inner diameter of the sleeve, D_T is the thread diameter, L_1 is the length of the sleeve, and L_T is the thread length.

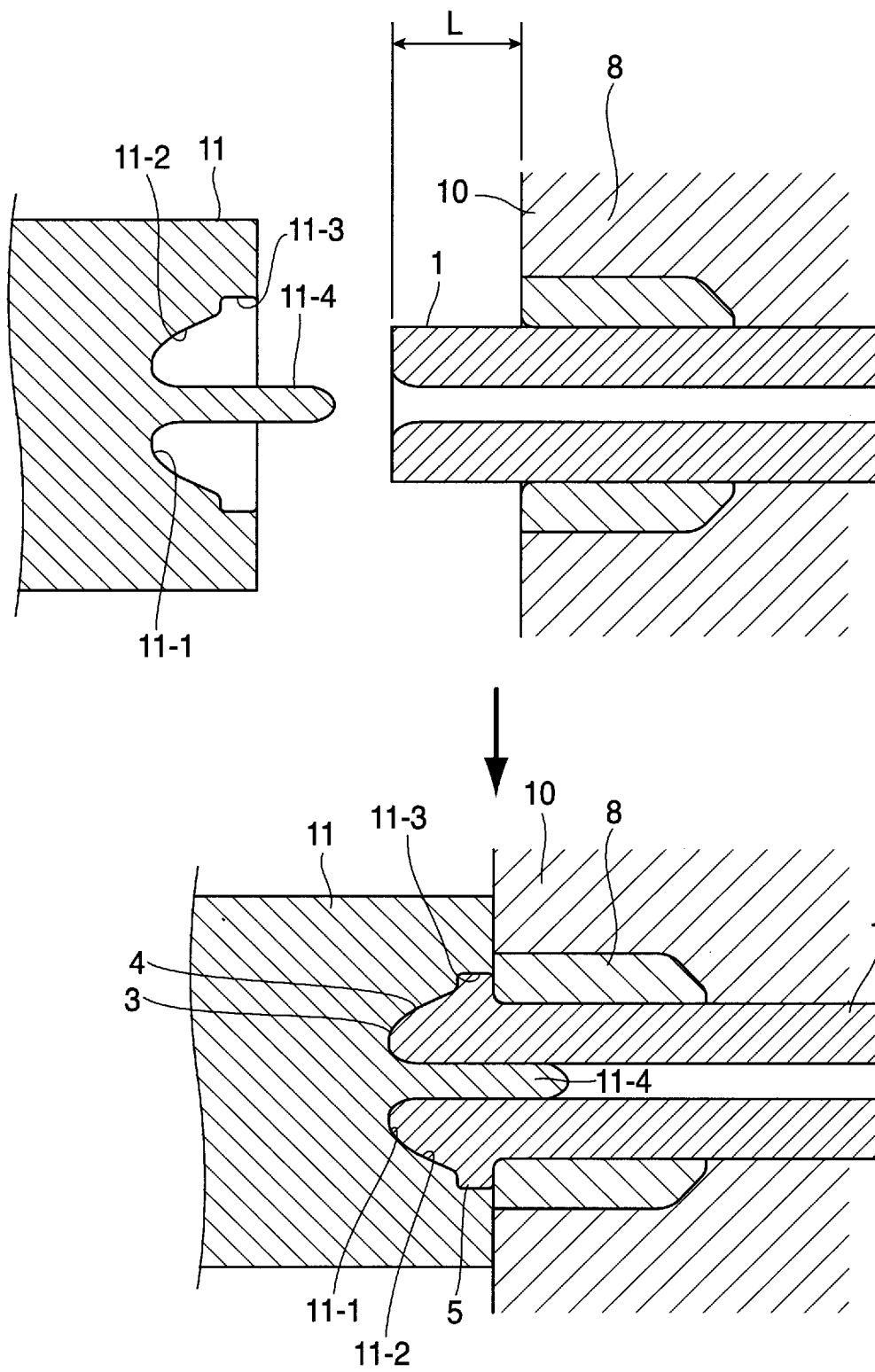
[図13]



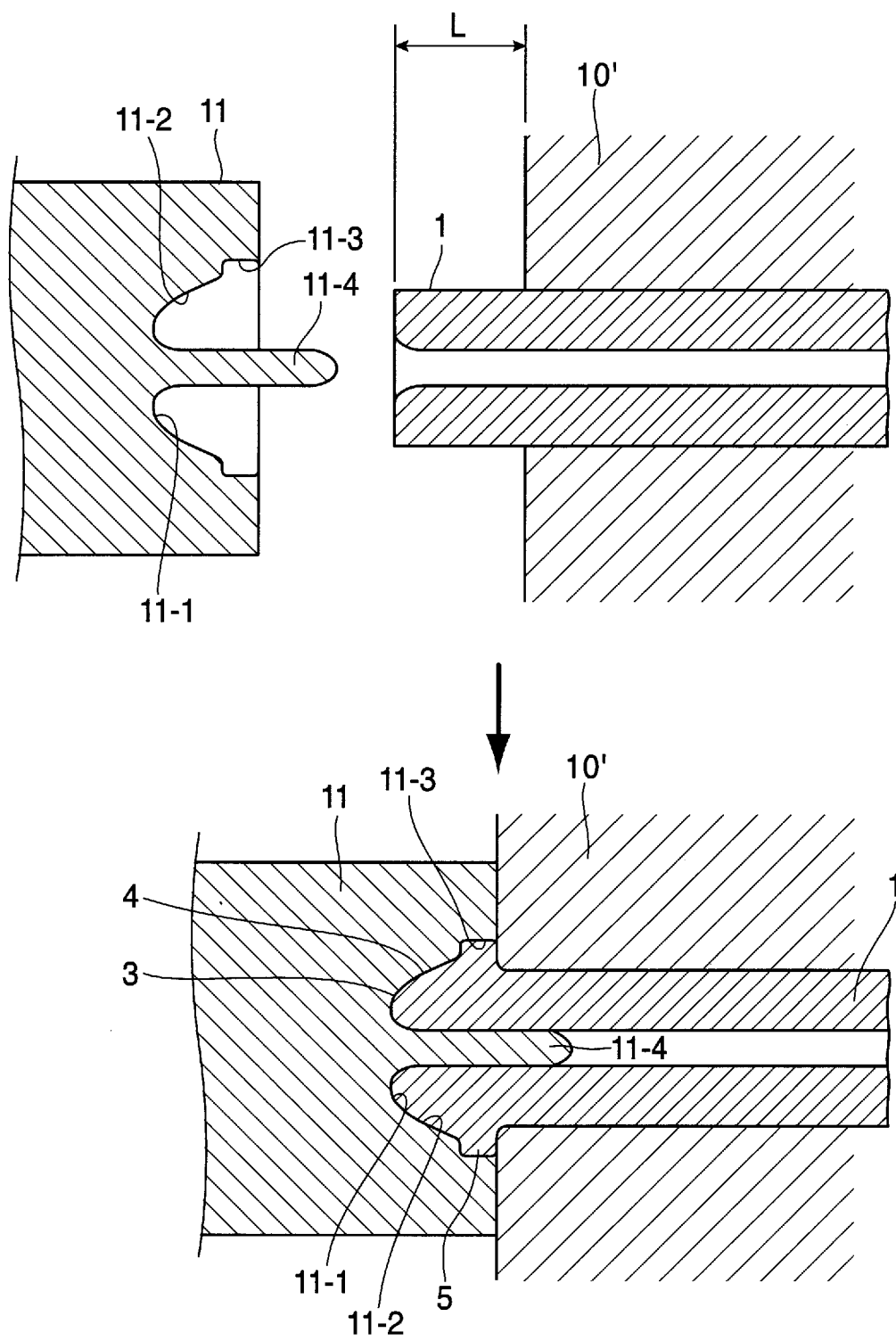
[図14]



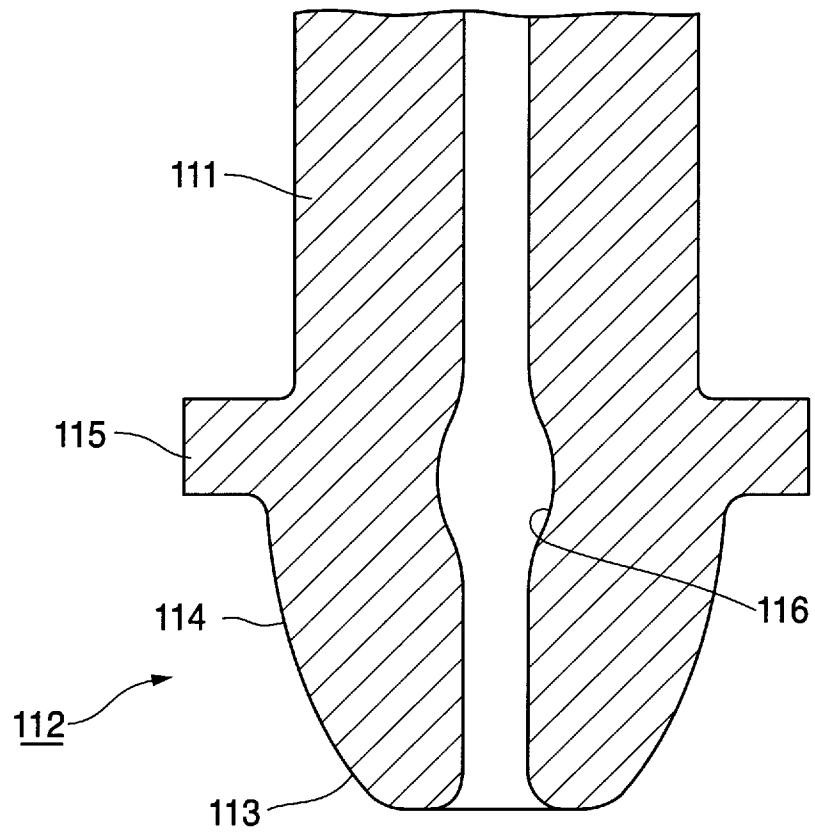
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054731

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M55/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M39/00-71/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-9460 A (Usui Kokusai Sangyo Kaisha, Ltd.), 13 January, 2005 (13.01.05), Figs. 1 to 5 & US 2004/0256014 A1 & GB 2402988 A & DE 102004029623 A1 & FR 2856436 A1	1-18
A	JP 4-64793 A (Usui Kokusai Sangyo Kaisha, Ltd.), 28 February, 1992 (28.02.92), Figs. 1, 2, 5 & US 5143410 A & FR 2664021 A1	1-18
A	JP 2002-322965 A (Otics Corp.), 08 November, 2002 (08.11.02), Fig. 1 (Family: none)	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 May, 2007 (14.05.07)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2007 (22.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02M55/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02M39/00-71/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 5 - 9 4 6 0 A（臼井国際産業株式会社） 2 0 0 5 . 0 1 . 1 3 , 図 1 - 5 & U S 2 0 0 4 / 0 2 5 6 0 1 4 A 1 & G B 2 4 0 2 9 8 8 A & D E 1 0 2 0 0 4 0 2 9 6 2 3 A 1 & F R 2 8 5 6 4 3 6 A 1	1 - 1 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.05.2007

国際調査報告の発送日

22.05.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小林 正和

3 G

3 1 1 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 4-64793 A (臼井国際産業株式会社) 1992.02.28, 図1, 2, 5 &US 5143410 A &FR 2664021 A1	1-18
A	J P 2002-322965 A (株式会社オティックス) 2002.11.08, 図1 (ファミリーなし)	1-18