

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6734179号
(P6734179)

(45) 発行日 令和2年8月5日(2020.8.5)

(24) 登録日 令和2年7月13日(2020.7.13)

(51) Int.Cl.

FO2M 55/02 (2006.01)

F 1

FO2M 55/02 330Z
FO2M 55/02 350H

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-213547 (P2016-213547)
 (22) 出願日 平成28年10月31日 (2016.10.31)
 (65) 公開番号 特開2018-71466 (P2018-71466A)
 (43) 公開日 平成30年5月10日 (2018.5.10)
 審査請求日 令和1年5月15日 (2019.5.15)

(73) 特許権者 390039929
 三桜工業株式会社
 東京都渋谷区恵比寿一丁目23番23号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100114270
 弁理士 黒川 朋也
 (74) 代理人 100130052
 弁理士 大阪 弘一
 (72) 発明者 田所 隼人
 茨城県古河市鴻巣758 三桜工業株式会社内
 (72) 発明者 小澤 祐二
 茨城県古河市鴻巣758 三桜工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料配管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料を複数の燃料噴射装置に分配供給する燃料分配管に接続される燃料配管であって、管部本体と、

袋ナットにより前記燃料分配管に締結される接続頭部と、を備え、前記接続頭部は、

前記燃料配管の中心軸線を含む基準断面において円状に湾曲し、前記燃料分配管の内周面に形成された座面に当接される第一湾曲部と、

前記基準断面において円状に湾曲し、前記袋ナットの内周面に形成された係止面に係止される第二湾曲部と、

前記基準断面において直線状に延びて、前記第一湾曲部と前記第二湾曲部とを接続する直線部と、を有し、

前記基準断面において、前記直線部は、前記中心軸線に対して、前記接続頭部の先端に向けて広がるように傾斜している、

燃料配管。

【請求項 2】

燃料を複数の燃料噴射装置に分配供給する燃料分配管に接続される燃料配管であって、管部本体と、

袋ナットにより前記燃料分配管に締結される接続頭部と、を備え、前記接続頭部は、

10

20

前記燃料配管の中心軸線を含む基準断面において円状に湾曲し、前記燃料分配管の内周面に形成された座面に当接される第一湾曲部と、

前記基準断面において円状に湾曲し、前記袋ナットの内周面に形成された係止面に係止される第二湾曲部と、

前記基準断面において直線状に延びて、前記第一湾曲部と前記第二湾曲部とを接続する直線部と、を有し、

前記基準断面において、前記第一湾曲部が前記座面に当接される点と前記第二湾曲部が前記係止面に当接される点とを結んだ線分は、前記中心軸線に対して、前記接続頭部の先端に向けて広がるように傾斜している、

燃料配管。

10

【請求項3】

前記直線部の内径は、前記管部本体の内径よりも大きい、
請求項1又は2に記載の燃料配管。

【請求項4】

前記接続頭部の板厚は、前記管部本体の板厚と同じである、
請求項1～3の何れか一項に記載の燃料配管。

【請求項5】

前記基準断面における前記直線部の長さをLとし、前記管部本体の内径をmとした場合に、 L / m は0.63以上である、

請求項1～4の何れか一項に記載の燃料配管。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料を複数の燃料噴射装置に分配供給する燃料分配管に接続される燃料配管に関する。

【背景技術】

【0002】

直噴エンジン等では、燃料分配供給装置を用いて、高圧ポンプにより圧縮された高圧の燃料を複数の燃料噴射装置に分配供給する。この燃料分配供給装置は、高圧ポンプに接続された燃料配管と、複数の燃料噴射装置に接続された燃料分配管と、燃料配管を燃料分配管に締結する袋ナットと、を備える。そして、袋ナットを締結すると、袋ナットに係止された燃料配管の接続頭部が燃料分配管のシール面に圧接されることで、接続頭部とシール面とがシールされる（例えば、特許文献1参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】ドイツ特許出願公開第102005045731号明細書

【特許文献2】ドイツ特許出願公開第102007046203号明細書

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

接続頭部は燃料分配管のシール面と袋ナットの係止面とに挟まれるため、袋ナットを締結すると、袋ナットの軸力により接続頭部に大きな応力が発生する。

【0005】

しかしながら、ガソリン用の燃料分配供給装置では、燃料配管として、管部本体の先端部を塑性加工して接続頭部を形成したステンレス製のものが用いられている（例えば、特許文献1参照）。このように、ガソリン用の燃料配管では、接続頭部の板厚が小さいため、接続頭部に発生する応力が大きくなると、接続頭部が座屈して内側に曲がる可能性があ

50

る。

【0006】

ところで、ディーゼル用の燃料分配供給装置では、200 MPaという高圧力に耐える必要があるため、燃料配管として、流路が直線状となるように増肉した鉄製の接続頭部を管部本体にろう付けしたものが用いられている（例えば、特許文献2参照）。

【0007】

そこで、ガソリン用の燃料配管においても、ディーゼル用の燃料配管のように接続頭部を増肉することで、接続頭部の強度を上げて、接続頭部が座屈するのを防止することが考えられる。しかしながら、接続頭部の増肉は、コストが高くなるため、現実的ではない。

【0008】

そこで、本発明は、接続頭部を増肉することなく接続頭部の強度を向上させることができる燃料配管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】

【0009】

本発明に係る燃料配管は、燃料を複数の燃料噴射装置に分配供給する燃料分配管に接続される燃料配管であって、管部本体と、袋ナットにより燃料分配管に締結される接続頭部と、を備え、接続頭部は、燃料配管の中心軸線を含む基準断面において円状に湾曲し、燃料分配管の内周面に形成された座面に当接される第一湾曲部と、基準断面において円状に湾曲し、袋ナットの内周面に形成された係止面に係止される第二湾曲部と、基準断面において直線状に延びて、第一湾曲部と第二湾曲部とを接続する直線部と、を有する。

【0010】

この燃料配管では、円状に湾曲している第一湾曲部及び第二湾曲部に応力が集中しやすい。しかしながら、第一湾曲部と第二湾曲部との間に直線部が設けられているため、袋ナットの軸力を、直線部に分散させることができる。これにより、第一湾曲部及び第二湾曲部に発生する最大応力が小さくなるため、接続頭部を増肉しなくても、接続頭部の強度を向上させることができる。

【0011】

基準断面において、直線部は、中心軸線に対して、接続頭部の先端に向けて広がるように傾斜していてもよい。この燃料配管では、接続頭部が燃料分配管の内周面に形成された座面に当接されるのに対し、直線部が接続頭部の先端に向けて広がるため、直線部の延在方向を、座面に向けることができる。これにより、座面から受ける反力を直線部で受けることができる。また、座面から受ける反力のうち、直線部を曲げる方向の成分の力、つまり、直線部に対して垂直な方向の成分の力を低減させることができる。その結果、接続頭部に発生する最大応力が小さくなるため、接続頭部の強度が更に向上する。

【0012】

直線部の内径は、管部本体の内径よりも大きくてよい。この燃料配管では、直線部の内径が管部本体の内径よりも大きいため、管部本体の先端部を塑性加工することにより、接続頭部を容易かつ低コストに製造することができる。

【0013】

接続頭部の板厚は、管部本体の板厚と同じであってもよい。この燃料配管では、接続頭部と管部本体の板厚が同じであるため、管部本体の先端部を塑性加工することにより、接続頭部を容易かつ低コストに製造することができる。

【0014】

基準断面において、第一湾曲部が座面に当接される点と第二湾曲部が係止面に当接される点とを結んだ線分は、中心軸線に対して、接続頭部の先端に向けて広がるように傾斜していてもよい。この燃料配管では、袋ナットの軸力は、座面に当接される点及び係止面に当接される点から接続頭部に入力される。このため、当該点を結ぶ線分が接続頭部の先端に向けて広がることで、接続頭部に入力される軸力の方向を、座面に向けることができる。これにより、接続頭部の強度が更に向上する。

【0015】

10

20

30

40

50

基準断面における直線部の長さを L とし、管部本体の内径を m とした場合に、 L / m は 0.63 以上であってもよい。この燃料配管では、 L / m を 0.63 以上とすることで、接続頭部における直線部の割合が相対的に大きくなり、接続頭部における第一湾曲部及び第二湾曲部の割合、つまり、円状の部分の割合が相対的に小さくなる。これにより、最大応力が発生する部分が、接続頭部の基端部である管部本体の近傍に位置することになるため、接続頭部に生じる曲げモーメントが小さくなることで、接続頭部の強度が更に向上する。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、接続頭部を増肉することなく接続頭部の強度を向上させることができ 10 る。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】燃料分配供給装置の一部を示す平面図である。

【図2】燃料分配管と燃料配管との接続部位を示す断面図である。

【図3】燃料分配管と燃料配管との接続部位を示す断面図である。

【図4】燃料分配管と燃料配管との接続部位を示す断面図である。

【図5】シミュレーション結果を示すグラフである。

【図6】シミュレーション結果を示すグラフである。

【図7】シミュレーション結果を示すグラフである。 20

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して、実施形態に係る燃料分配管を説明する。本実施形態は、本発明をガソリンエンジン用の燃料分配供給装置に適用したものとして説明するが、ディーゼルエンジン等の他の燃料用の燃料分配供給装置に適用したものとしてもよい。なお、各図において同一又は相当する要素については同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0019】

図1に示すように、燃料分配供給装置1は、高圧ポンプ(不図示)により圧縮された高圧の燃料を、エンジン(不図示)の各気筒に対応して設けられる燃料噴射装置2に分配供給するものである。燃料分配供給装置1は、フューエルインジェクションレール、フューエルデリバリーパイプ、コモンレール等とも呼ばれる。 30

【0020】

図1及び図2に示すように、燃料分配供給装置1は、高圧の燃料を複数の燃料噴射装置2に分配供給する燃料分配管3と、高圧ポンプにより圧縮された高圧の燃料を燃料分配管3に供給する燃料配管4と、燃料配管4を燃料分配管3に締結する袋ナット5と、を備える。

【0021】

燃料分配管3は、管部31と、複数のカップ部32と、を備える。

【0022】

管部31は、複数の燃料噴射装置2に燃料を供給するために、高圧ポンプから圧送された燃料を高圧状態で貯留する。管部31は、エンジンの気筒列方向(クランク軸方向)に沿って直線状に延びる円管状に形成されている。管部31の内周面は、燃料の流路を形成する。なお、管部31の管形状は、必ずしも直線状に延びる円管状である必要はなく、様々な形状とすることができます。

【0023】

管部31は、管部31の一方端部に固定されて管部31の一方端部を閉塞する蓋部33と、管部31の他方端部に固定されて燃料配管4と接続される接続部34と、を備える。管部31に対する蓋部33及び接続部34の固定は、例えば、ろう付けにより行うことができる。管部31の一方端部とは、管部31の両端部のうち、燃料配管4とは反対側の端部をいう。管部31の他方端部とは、管部31の両端部のうち、燃料配管4側の端部をい 50

う。なお、管部31の一方端部には、蓋部33ではなく燃圧センサー等が接続されていてもよい。

【0024】

カップ部32は、複数の燃料噴射装置2にそれぞれ取り付けられて、管部31に貯留されている燃料を各燃料噴射装置2に供給する。カップ部32は、管部31に固定されており、燃料噴射装置2との間が気密となるように燃料噴射装置2を保持する。管部31に対するカップ部32の固定は、例えば、ろう付けにより行うことができる。

【0025】

接続部34は、円管状に形成されている。接続部34の内周面は、燃料の流路を形成する。接続部34は、基端側において、管部31に固定されており、先端側において、燃料配管4に接続されている。接続部34の先端側の外周面には、雄ネジ35が刻設されており、接続部34の先端側の内周面には、座面36が形成されている。雄ネジ35は、燃料配管4と接続するための部位である。座面36は、燃料配管4が圧接されて、燃料配管4との間をシールする部位である。

【0026】

座面36は、接続部34の先端（燃料分配管3の先端）に向かうに従い拡径するテーパ状（漏斗状）に形成されており、接続部34の管軸（中心軸線）を通る断面が直線となっている。接続部34の管軸に対する座面36の傾斜角度は、例えば、60°とすることができます。

【0027】

燃料配管4は、管部本体41と、接続頭部42と、を備える。

【0028】

管部本体41は、高圧ポンプと燃料分配管3との間に配管されて、高圧ポンプで圧縮された高圧の燃料を燃料分配管3に送る。管部本体41は、細長いパイプ状（円管状）に形成されており、管部本体41の内周面は、燃料の流路を形成する。管部本体41は、長手方向全域に亘って同一断面（同一内径、同一外径）となっている。管部本体41は、塑性加工が可能な金属材料により形成されている。管部本体41の材料としては、ステンレス、鋼等が用いられる。

【0029】

接続頭部42は、燃料分配管3に接続される。接続頭部42は、円管状に形成されており、接続頭部42の内周面は、燃料の流路を形成する。接続頭部42は、管部本体41の先端部を塑性加工して形成されている。つまり、管部本体41の先端部を、塑性加工により拡径及び縮径させることにより、接続頭部42を形成している。このため、接続頭部42の板厚（肉厚）は、管部本体41の板厚（肉厚）と同じである。ここで、板厚が同じであるとは、厳密に同じである場合だけでなく、実質的に同じである場合も含む。実質的に同じであるとは、設計上同じであればよく、製造誤差により変動したものも含まれることをいう。具体的には、管部本体41の先端部を、塑性加工により拡径及び縮径させると、板厚が30%程度変動する場合がある。このため、管部本体41の板厚に対して±30%以内の板厚は、管部本体41の板厚と同じ板厚とする。

【0030】

図2及び図3に示すように、接続頭部42は、第一湾曲部43と、第二湾曲部44と、直線部45と、を備える。なお、以下の説明において、燃料配管4の中心軸線を中心軸線Aといい、中心軸線Aを含む断面（図2に示す断面）を、基準断面Sという。

【0031】

第一湾曲部43は、接続頭部42の先端部に位置して、接続部34（燃料分配管3）の内周面に形成された座面36に当接される部位である。接続頭部42の先端部は、接続頭部42における管部本体41と反対側の端部である。第一湾曲部43は、基準断面Sにおいて円状に湾曲している。つまり、第一湾曲部43は、中心軸線A上の点を中心とした球状に形成されている。なお、第一湾曲部43は、管部本体41の先端部を塑性加工するこ

10

20

30

40

50

とにより形成されているため、第一湾曲部43の外周面及び内周面の両面が、基準断面Sにおいて円状に湾曲している。

【0032】

第二湾曲部44は、接続頭部42の基端部に位置して、袋ナット5の内周面に形成された係止面54に係止される部位である。接続頭部42の基端部は、接続頭部42における管部本体41側の端部である。第二湾曲部44は、基準断面Sにおいて円状に湾曲している。つまり、第二湾曲部44は、中心軸線A上の点を中心とした球状に形成されている。なお、第二湾曲部44は、管部本体41の先端部を塑性加工することにより形成されているため、第二湾曲部44の外周面及び内周面の両面が、基準断面Sにおいて円状に湾曲している。

10

【0033】

第一湾曲部43の外周面と第二湾曲部44の外周面とは、中心軸線A上の点Oを曲率中心とした同心円の関係となっている。この場合、第一湾曲部43の外周面の半径と第二湾曲部44の外周面の半径とは同じであってもよいが、第一湾曲部43の外周面の半径は、第二湾曲部44の外周面の半径よりも小さいことが好ましい。

【0034】

直線部45は、第一湾曲部43と第二湾曲部44とを接続する部位である。このため、接続頭部42は、先端部から基端部に向けて、第一湾曲部43、直線部45、及び第二湾曲部44の順に配置されている。直線部45は、基準断面Sにおいて直線状に延びている。つまり、直線部45は、基準断面Sにおいて、第一湾曲部43と第二湾曲部44との間の直線状に延びている部分をいう。ここで、基準断面Sにおいて直線状に延びている部分とは、基準断面Sにおいて実質的に直線状に延びている部分をいい、具体的には、基準断面Sにおける外周面又は内周面の平面度が2mm以内となる部分をいう。つまり、基準断面Sにおいて外周面又は内周面の平面度が2mm以内にある部分が、直線部45となる。なお、基準断面Sでは接続頭部42の外周面及び内周面が線で表わされるため、基準断面Sにおいて、外周面又は内周面が2mmの間隔で平行に配置された2本の直線の間に位置する部分が、直線部45となる。この場合、上記の平面度は、1.5mm以内であることが好ましく、1.0mm以内であることが更に好ましい。なお、直線部45は、管部本体41の先端部を塑性加工することにより形成されるため、直線部45の外周面及び内周面の両面が、基準断面Sにおいて直線状に延びている。直線部45の詳細については、後述する。

20

【0035】

上述したように、接続頭部42は、管部本体41の先端部を塑性加工して形成されることがから、接続頭部42における直線部45の内径nは、管部本体41の内径mよりも大きい。管部本体41の内径mに対する直線部45の内径nの比は、特に限定されないが、例えば、1.1 n / m 2.5とすることが好ましく、1.1 n / m 2.0とすることが更に好ましい。

30

【0036】

袋ナット5は、内周面側に接続頭部42が挿入されるように、半径方向中心部に穴が形成された円筒状に形成されている。袋ナット5は、ネジ部51と、係止部52と、を備える。

40

【0037】

ネジ部51は、袋ナット5の一方端面5a側の端部に形成されており、係止部52は、袋ナット5の他方端面5b側の端部に形成されている。袋ナット5の一方端面5aとは、袋ナット5の中心軸線方向における両端面のうち、燃料分配管3側の端面をいう。袋ナット5の他方端面5bとは、袋ナット5の中心軸線方向における両端面のうち、燃料配管4側（燃料分配管3とは反対側）の端面をいう。

【0038】

ネジ部51の内周面には、雌ネジ53が刻設されている。雌ネジ53は、接続部34の雄ネジ35と螺合されることで、袋ナット5により燃料配管4を燃料分配管3に締結する

50

ための部位である。

【0039】

係止部52の内周面には、係正面54が形成されている。係正面54は、他方端面5b側から袋ナット5に挿入された接続頭部42を、一方端面5a側から係止するための部位である。係正面54は、一方端面5a側から他方端面5b側に向かうに従い拡径するテーパ状(漏斗状)に形成されており、接続頭部42の管軸(中心軸線)を通る断面が直線となっている。接続頭部42の管軸に対する係正面54の傾斜角度は、例えば、60°~80°とすることができます。

【0040】

そして、袋ナット5により燃料配管4を燃料分配管3に締結する際は、他方端面5b側から袋ナット5に管部本体41を挿入した状態で、雄ネジ35に雌ネジ53を螺合する。すると、袋ナット5に挿入された接続頭部42の第二湾曲部44が係正面54に当接され、袋ナット5により接続頭部42が燃料分配管3側に引き寄せられる。そして、燃料分配管3に対する袋ナット5の軸力により、第一湾曲部43が座面36に圧接されるとともに、第二湾曲部44が係正面54に圧接される。これにより、袋ナット5により燃料分配管3と燃料配管4とが締結されて、燃料分配管3と燃料配管4とが接続固定される。

10

【0041】

次に、直線部45についてさらに詳しく説明する。

【0042】

図3及び図4に示すように、直線部45は、基準断面Sにおいて、中心軸線Aに対して、接続頭部42の先端に向けて広がるように傾斜している。つまり、直線部45は、中心軸線Aを中心とした円錐台の筒状に形成されている。上述したように、直線部45は、管部本体41の先端部を塑性加工することにより形成されるため、直線部45の外周面及び内周面の両面が、基準断面Sにおいて、中心軸線Aに対して、接続頭部42の先端に向けて広がるように傾斜している。基準断面Sにおいて、直線部45の外周面の延長線を直線L1とし、中心軸線Aに対して直線L1が接続頭部42の先端に向けて閉じる方向の角度を角度とした場合に、角度は0未満(< 0)となる。

20

【0043】

また、基準断面Sにおいて、第一湾曲部43が座面36に当接される点を点T1とし、第二湾曲部44が係正面54に当接される点を点T2とし、点T1と点T2とを結ぶ線分を線分L2とする。この場合、線分L2は、中心軸線Aに対して、接続頭部42の先端に向けて広がるように傾斜している。つまり、基準断面Sにおいて、中心軸線Aに対して線分L2が接続頭部42の先端に向けて閉じる方向の角度を角度とした場合に、角度は0未満(< 0)となっている。

30

【0044】

また、基準断面Sにおける直線部45の長さを長さLとし、管部本体41の内径を内径mとした場合、長さL/内径mは、0.63以上($L/m = 0.63$)となっている。基準断面Sにおける直線部45の長さLは、次のように求められる。基準断面Sにおいて、点Oを中心として第一湾曲部43の外周面を通る円を円C1とし、点Oを中心として第二湾曲部44の外周面を通る円を円C2とし、直線部45の外周面の延長線を直線L1とし、第一湾曲部43近傍における円C1と直線L1との交点を点P1とし、第二湾曲部44近傍における円C2と直線L1との交点を点P2とする。そして、点P1から点P2までの長さを、基準断面Sにおける直線部45の長さLとする。

40

【0045】

以上説明したように、本実施形態に係る燃料配管4では、円状に湾曲している第一湾曲部43及び第二湾曲部44に応力が集中しやすい。しかしながら、第一湾曲部43と第二湾曲部44との間に直線部45が設けられているため、袋ナット5の軸力を、直線部45に分散させることができる。これにより、第一湾曲部43及び第二湾曲部44に発生する最大応力が小さくなるため、接続頭部42を増肉しなくても、接続頭部42の強度を向上させることができる。

50

【0046】

また、この燃料配管4では、接続頭部42が燃料分配管3の内周面に形成された座面36に当接されるのに対し、直線部45が接続頭部42の先端に向けて広がるため、直線部45の延在方向を、座面36に向けることができる。これにより、座面36から受ける反力を直線部45で受けることができる。また、座面36から受ける反力のうち、直線部45を曲げる方向の成分の力、つまり、直線部45に対して垂直な方向の成分の力を低減させることができる。その結果、接続頭部42に発生する最大応力が小さくなるため、接続頭部42の強度が更に向上する。

【0047】

また、この燃料配管4では、接続頭部42と管部本体41の板厚が同じであるため、管部本体41の先端部を塑性加工することにより、接続頭部42を容易かつ低成本に製造することができる。

10

【0048】

また、この燃料配管4では、袋ナット5の軸力は、座面36に当接される点T1及び係止面54に当接される点T2から接続頭部42に入力される。このため、当該点T1及び点T2を結ぶ線分L2が接続頭部42の先端に向けて広がることで、接続頭部42に入力される軸力の方向を、座面36に向けることができる。これにより、接続頭部の強度が更に向上する。

【0049】

また、この燃料配管4では、 L/m を0.63以上とすることで、接続頭部42における直線部の割合が相対的に大きくなり、接続頭部における第一湾曲部及び第二湾曲部の割合、つまり、円状の部分の割合が相対的に小さくなる。これにより、最大応力が発生する部分が、接続頭部42の基端部である管部本体41の近傍に位置することになるため、接続頭部42に生じる曲げモーメントが小さくなることで、接続頭部42の強度が更に向上する。

20

【0050】

ここで、本発明者は、中心軸線Aに対する直線L1の角度 α と、中心軸線Aに対する線分L2の角度 β と、接続頭部42に発生する最大応力と、の関係についてシミュレーションした。シミュレーション結果を図5に示す。

【0051】

30

図5に示すように、角度 $\alpha < 0$ である場合は、角度 β に関わらず、角度 α である場合に比べて、接続頭部42に発生する最大応力が小さくなった。この結果から、基準断面Sにおいて、直線部45が、中心軸線Aに対して、接続頭部42の先端に向けて広がるように傾斜していることで、接続頭部42に発生する最大応力が小さくなることが分かった。

【0052】

特に、角度 $\alpha < 0$ 、且つ、角度 $\beta < 0$ である場合は、接続頭部42に発生する最大応力が格段に小さくなかった。この結果から、基準断面Sにおいて、直線部45、及び、第一湾曲部43が座面36に当接される点T1と第二湾曲部44が袋ナット5の係止面54に係止される点T2とを結んだ線分が、中心軸線Aに対して、接続頭部42の先端に向けて広がるように傾斜していることで、接続頭部42に発生する最大応力が格段に小さくなることが分かった。

40

【0053】

図3及び図4に示すように、基準断面Sにおける直線部45の長さを長さLとし、管部本体41の内径を内径mとした場合、長さL/m/内径mは、0.63以上($L/m \geq 0.63$)となる。

【0054】

基準断面Sにおける直線部45の長さLは、次のように求められる。基準断面Sにおいて、点Oを中心として第一湾曲部43の外周面を通る円を円C1とし、点Oを中心として第二湾曲部44の外周面を通る円を円C2とし、直線部45の外周面の延長線を直線L1とし、第一湾曲部43近傍における円C1と直線L1との交点を点P1とし、第二湾曲部

50

4 4 近傍における円 C 2 と直線 L 1 との交点を点 P 2 とする。そして、点 P 1 から点 P 2 までの長さを、基準断面 S における直線部 4 5 の長さ L とする。

【0055】

ここで、本発明者は、中心軸線 A に対する直線 L 1 の角度 θ と、直線部 4 5 の長さ L と、接続頭部 4 2 に発生する最大応力 σ と、の関係についてシミュレーションした。このシミュレーションでは、管部本体 4 1 の内径 m を 5.5 mm とした。シミュレーション結果を図 6 に示す。なお、通常は、接続頭部 4 2 に発生する最大応力が 460 MPa を超えても、接続頭部 4 2 が変形しないと考えられる。しかしながら、図 6 では、接続頭部 4 2 の変形をより防止する観点から、基準となる応力を 460 MPa とした。

【0056】

図 6 に示すように、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 未満である場合は、接続頭部 4 2 に発生する最大応力が 460 MPa を超えるケースが散見されたが、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 以上である場合は、接続頭部 4 2 に発生する最大応力が 460 MPa を超えなかつた。この結果から、管部本体 4 1 の内径 m が 5.5 mm である場合に、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 以上であれば、接続頭部 4 2 の変形をより防止できることが分かつた。

【0057】

また、本発明者は、接続頭部 4 2 の任意の点に発生する応力 σ と、直線部 4 5 の長さ L との関係についてシミュレーションした。このシミュレーションでは、管部本体 4 1 の内径 m を 5.5 mm とした。シミュレーション結果を図 7 に示す。なお、図 7 でも、図 6 と同様に、接続頭部 4 2 の変形をより防止する観点から、基準となる応力を 460 MPa とした。

【0058】

図 7 に示すように、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 未満である場合は、接続頭部 4 2 の任意の点に発生する応力が 460 MPa を超えるケースが散見されたが、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 以上である場合は、接続頭部 4 2 の任意の点に発生する応力が 460 MPa を超えなかつた。この結果から、管部本体 4 1 の内径 m が 5.5 mm である場合に、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 以上であれば、接続頭部 4 2 の変形をより防止できることが分かつた。

【0059】

このように、図 6 及び図 7 の何れも、管部本体 4 1 の内径 m が 5.5 mm である場合に、直線部 4 5 の長さ L が 3.5 mm 以上とすることで、接続頭部 4 2 に発生する応力を 460 MPa 未満に抑えられた。そして、この管部本体 4 1 の内径 m に対する直線部 4 5 の長さ L の比を計算すると、 $L / m = 0.63$ となる。このため、長さ L / 内径 m を 0.63 以上とすることで、接続頭部 4 2 の変形をより防止できることが推察される。

【0060】

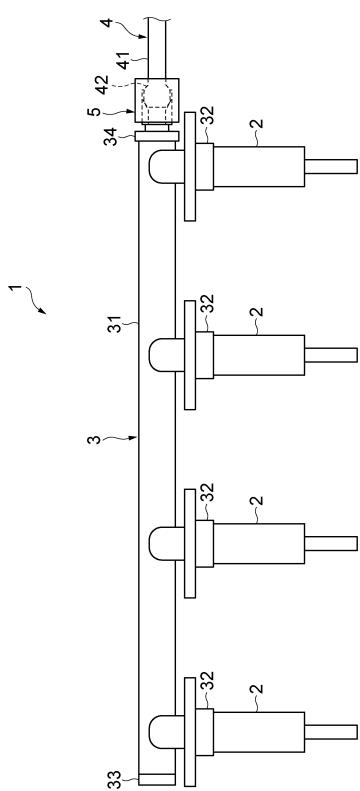
以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【符号の説明】

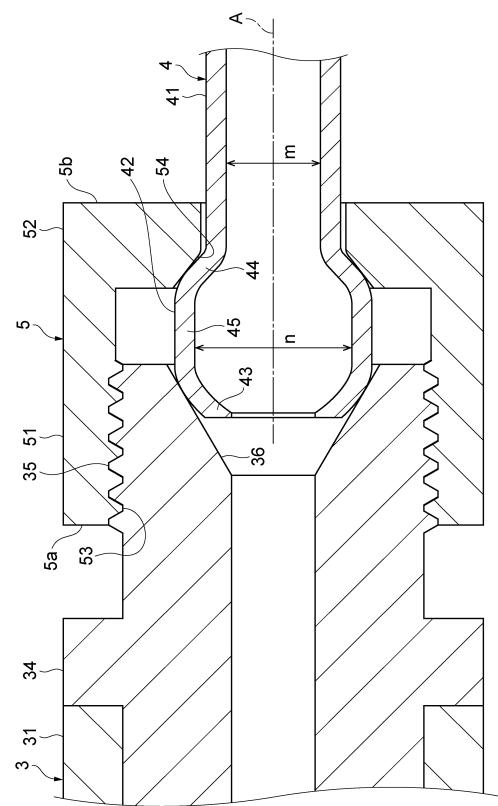
【0061】

1 … 燃料分配供給装置、 2 … 燃料噴射装置、 3 … 燃料分配管、 4 … 燃料配管、 5 … 袋ナット、 5 a … 一方端面、 5 b … 他方端面、 3 1 … 管部、 3 2 … カップ部、 3 3 … 蓋部、 3 4 … 接続部、 3 5 … 雄ネジ、 3 6 … 座面、 4 1 … 管部本体、 4 2 … 接続頭部、 4 3 … 第一湾曲部、 4 4 … 第二湾曲部、 4 5 … 直線部、 5 1 … ネジ部、 5 2 … 係止部、 5 3 … 雌ネジ、 5 4 … 係正面、 A … 中心軸線。

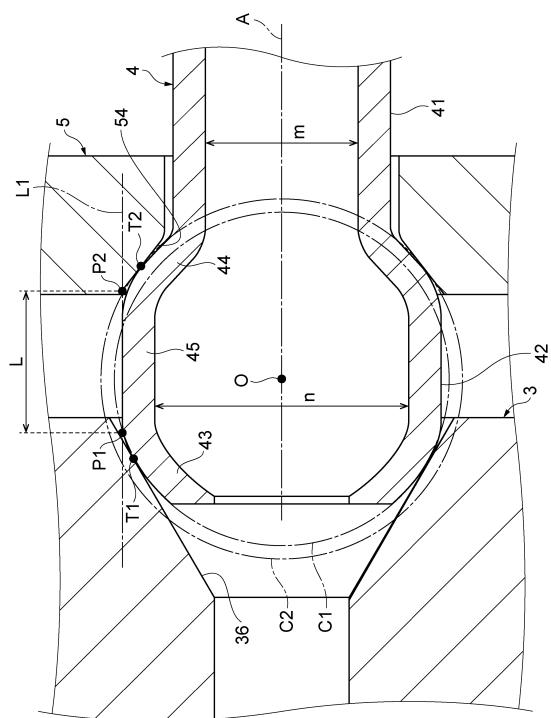
【図1】



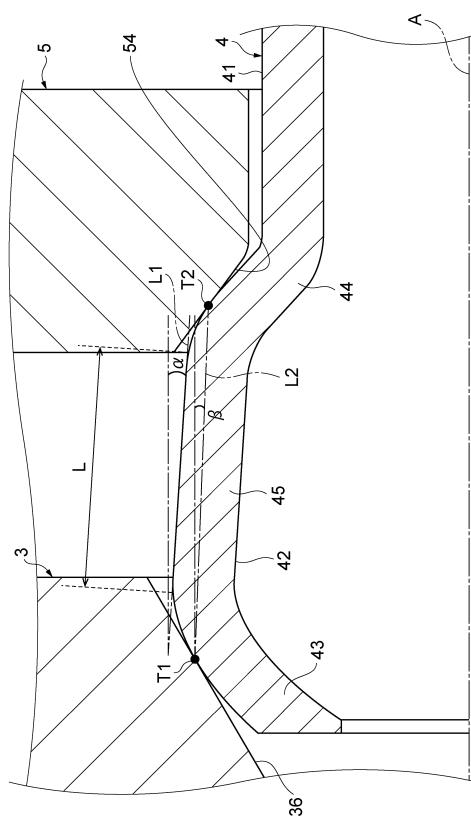
【図2】



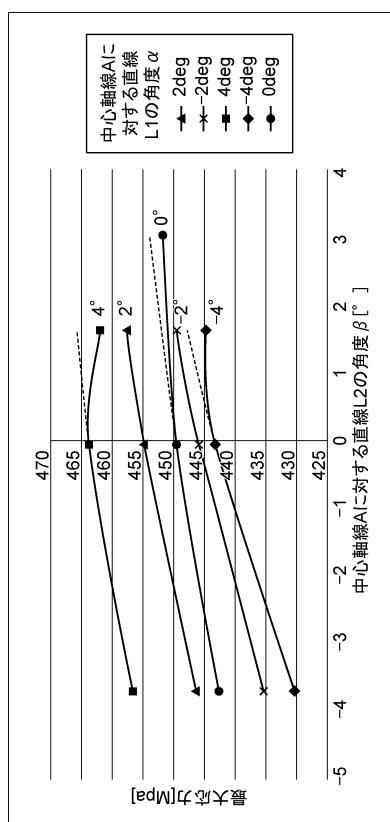
【図3】



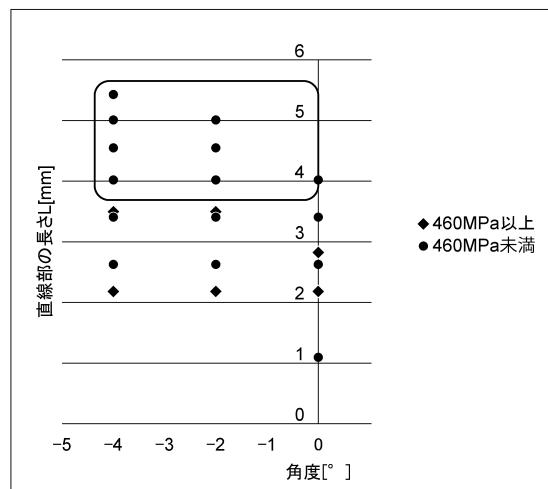
【図4】



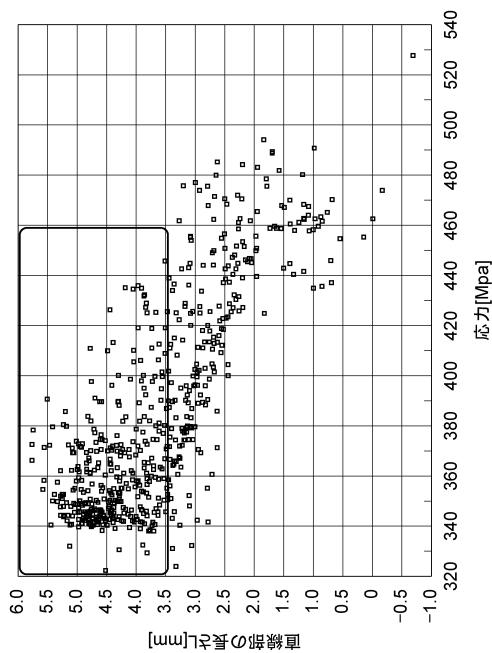
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 李 盛皓
茨城県古河市鴻巣758 三桜工業株式会社内

審査官 坂口 達紀

(56)参考文献 特開2007-077807(JP, A)
特表2008-542601(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 39/00 - 71/04