

(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 I

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)	(73) 特許権者	390039929
(22) 出願日	平成28年10月31日 (2016. 10. 31)		三桜工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-71466 (P2018-71466A)		東京都渋谷区恵比寿一丁目2 3番2 3号
(43) 公開日	平成30年5月10日 (2018. 5. 10)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	令和1年5月15日 (2019. 5. 15)		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7 5 8 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7 5 8 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、

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 1 0 2 0 0 5 0 4 5 7 3 1 号明細書

【特許文献 2】ドイツ特許出願公開第 1 0 2 0 0 7 0 4 6 2 0 3 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、200MPa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もよい。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と、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】

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る。

10

【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る。

40

【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 3 1 の一方端部には、蓋部 3 3 ではなく燃圧センサー等が接続されているもよい。

【 0 0 2 4 】

カップ部 3 2 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 3 1 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 3 2 は、管部 3 1 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 3 1 に対するカップ部 3 2 の固定は、例えば、ろう付けにより行うことができる。

【 0 0 2 5 】

接続部 3 4 は、円管状に形成されている。接続部 3 4 の内周面は、燃料の流路を形成する。接続部 3 4 は、基端側において、管部 3 1 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 3 4 の先端側の外周面には、雄ネジ 3 5 が刻設されており、接続部 3 4 の先端側の内周面には、座面 3 6 が形成されている。雄ネジ 3 5 は、燃料配管 4 と接続するための部位である。座面 3 6 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。

【 0 0 2 6 】

座面 3 6 は、接続部 3 4 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 3 4 の管軸（中心軸線）を通る断面が直線となっている。接続部 3 4 の管軸に対する座面 3 6 の傾斜角度は、例えば、 60° とすることができる。

【 0 0 2 7 】

燃料配管 4 は、管部本体 4 1 と、接続頭部 4 2 と、を備える。

【 0 0 2 8 】

管部本体 4 1 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 4 1 は、細長いパイプ状（円管状）に形成されており、管部本体 4 1 の内周面は、燃料の流路を形成する。管部本体 4 1 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 4 1 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 4 1 の材料としては、ステンレス、鋼等が用いられる。

【 0 0 2 9 】

接続頭部 4 2 は、燃料分配管 3 に接続される。接続頭部 4 2 は、円管状に形成されており、接続頭部 4 2 の内周面は、燃料の流路を形成する。接続頭部 4 2 は、管部本体 4 1 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 4 1 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 4 2 を形成している。このため、接続頭部 4 2 の板厚（肉厚）は、管部本体 4 1 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 4 1 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 4 1 の板厚に対して $\pm 30\%$ 以内の板厚は、管部本体 4 1 の板厚と同じ板厚とする。

【 0 0 3 0 】

図 2 及び図 3 に示すように、接続頭部 4 2 は、第一湾曲部 4 3 と、第二湾曲部 4 4 と、直線部 4 5 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。

【 0 0 3 1 】

第一湾曲部 4 3 は、接続頭部 4 2 の先端部に位置して、接続部 3 4（燃料分配管 3）の内周面に形成された座面 3 6 に当接される部位である。接続頭部 4 2 の先端部は、接続頭部 4 2 における管部本体 4 1 と反対側の端部である。第一湾曲部 4 3 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 4 3 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 4 3 は、管部本体 4 1 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 4 3 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。

【 0 0 3 2 】

第二湾曲部 4 4 は、接続頭部 4 2 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 5 4 に係止される部位である。接続頭部 4 2 の基端部は、接続頭部 4 2 における管部本体 4 1 側の端部である。第二湾曲部 4 4 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 4 4 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 4 4 は、管部本体 4 1 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 4 4 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

【 0 0 3 3 】

第一湾曲部 4 3 の外周面と第二湾曲部 4 4 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 4 3 の外周面の半径と第二湾曲部 4 4 の外周面の半径とは同じであってもよいが、第一湾曲部 4 3 の外周面の半径は、第二湾曲部 4 4 の外周面の半径よりも小さいことが好ましい。

【 0 0 3 4 】

直線部 4 5 は、第一湾曲部 4 3 と第二湾曲部 4 4 とを接続する部位である。このため、接続頭部 4 2 は、先端部から基端部に向けて、第一湾曲部 4 3、直線部 4 5、及び第二湾曲部 4 4 の順に配置されている。直線部 4 5 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 4 5 は、基準断面 S において、第一湾曲部 4 3 と第二湾曲部 4 4 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 2 mm 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 2 mm 以内にある部分が、直線部 4 5 となる。なお、基準断面 S では接続頭部 4 2 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 2 mm 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 4 5 となる。この場合、上記の平面度は、1.5 mm 以内であることが好ましく、1.0 mm 以内であることが更に好ましい。なお、直線部 4 5 は、管部本体 4 1 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 4 5 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 4 5 の詳細については、後述する。

20

30

【 0 0 3 5 】

上述したように、接続頭部 4 2 は、管部本体 4 1 の先端部を塑性加工して形成されることから、接続頭部 4 2 における直線部 4 5 の内径 n は、管部本体 4 1 の内径 m よりも大きい。管部本体 4 1 の内径 m に対する直線部 4 5 の内径 n の比は、特に限定されないが、例えば、 $1.1 \leq n/m \leq 2.5$ とすることが好ましく、 $1.1 \leq n/m \leq 2.0$ とすることが更に好ましい。

【 0 0 3 6 】

袋ナット 5 は、内周面側に接続頭部 4 2 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 5 1 と、係止部 5 2 と、を備える。

40

【 0 0 3 7 】

ネジ部 5 1 は、袋ナット 5 の一方端面 5 a 側の端部に形成されており、係止部 5 2 は、袋ナット 5 の他方端面 5 b 側の端部に形成されている。袋ナット 5 の一方端面 5 a 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 5 b 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。

【 0 0 3 8 】

ネジ部 5 1 の内周面には、雌ネジ 5 3 が刻設されている。雌ネジ 5 3 は、接続部 3 4 の雄ネジ 3 5 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、係止面54が形成されている。係止面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。係止面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の管軸に対する係止面54の傾斜角度は、例えば、 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ とすることができる。

【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が係止面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が係止面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。

【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。

【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が係止面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。

【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（ $L/m \geq 0.63$ ）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。

【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。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

また、この燃料配管 4 では、接続頭部 4 2 が燃料分配管 3 の内周面に形成された座面 3 6 に当接されるのに対し、直線部 4 5 が接続頭部 4 2 の先端に向けて広がるため、直線部 4 5 の延在方向を、座面 3 6 に向けることができる。これにより、座面 3 6 から受ける反力を直線部 4 5 で受けることができる。また、座面 3 6 から受ける反力のうち、直線部 4 5 を曲げる方向の成分の力、つまり、直線部 4 5 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 4 2 に発生する最大応力が小さくなるため、接続頭部 4 2 の強度が更に向上する。

【 0 0 4 7 】

また、この燃料配管 4 では、接続頭部 4 2 と管部本体 4 1 の板厚が同じであるため、管部本体 4 1 の先端部を塑性加工することにより、接続頭部 4 2 を容易かつ低コストに製造することができる。

【 0 0 4 8 】

また、この燃料配管 4 では、袋ナット 5 の軸力は、座面 3 6 に当接される点 T 1 及び係止面 5 4 に当接される点 T 2 から接続頭部 4 2 に入力される。このため、当該点 T 1 及び点 T 2 を結ぶ線分 L 2 が接続頭部 4 2 の先端に向けて広がることで、接続頭部 4 2 に入力される軸力の方向を、座面 3 6 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。

【 0 0 4 9 】

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 4 2 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 4 2 の基端部である管部本体 4 1 の近傍に位置することになるため、接続頭部 4 2 に生じる曲げモーメントが小さくなることで、接続頭部 4 2 の強度が更に向上する。

【 0 0 5 0 】

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、中心軸線 A に対する線分 L 2 の角度 ϕ と、接続頭部 4 2 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。

【 0 0 5 1 】

図 5 に示すように、角度 $\theta < 0$ である場合は、角度 ϕ に関わらず、角度 $\phi > 0$ である場合に比べて、接続頭部 4 2 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 4 5 が、中心軸線 A に対して、接続頭部 4 2 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 4 2 に発生する最大応力が小さくなることが分かった。

【 0 0 5 2 】

特に、角度 $\theta < 0$ 、且つ、角度 $\phi < 0$ である場合は、接続頭部 4 2 に発生する最大応力が格段に小さくなった。この結果から、基準断面 S において、直線部 4 5、及び、第一湾曲部 4 3 が座面 3 6 に当接される点 T 1 と第二湾曲部 4 4 が袋ナット 5 の係止面 5 4 に係止される点 T 2 とを結んだ線分が、中心軸線 A に対して、接続頭部 4 2 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 4 2 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。

【 0 0 5 3 】

図 3 及び図 4 に示すように、基準断面 S における直線部 4 5 の長さを長さ L とし、管部本体 4 1 の内径を内径 m とした場合、長さ L / 内径 m は、0.63 以上 ($L/m \geq 0.63$) となる。

【 0 0 5 4 】

基準断面 S における直線部 4 5 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 4 3 の外周面を通る円を円 C 1 とし、点 O を中心として第二湾曲部 4 4 の外周面を通る円を円 C 2 とし、直線部 4 5 の外周面の延長線を直線 L 1 とし、第一湾曲部 4 3 近傍における円 C 1 と直線 L 1 との交点を点 P 1 とし、第二湾曲部

10

20

30

40

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。

【 0 0 5 5 】

ここで、本発明者は、中心軸線 A に対する直線 L 1 の角度 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 4 6 0 M P a 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 4 6 0 M P a とした。

【 0 0 5 6 】

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 4 6 0 M P a 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 4 6 0 M P a を超えなかった。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った。

【 0 0 5 7 】

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 4 6 0 M P a とした。

【 0 0 5 8 】

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 4 6 0 M P a 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 4 6 0 M P a を超えなかった。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った。

【 0 0 5 9 】

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 4 6 0 M P a 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、 $L / m = 0 . 6 3$ となる。このため、長さ L / 内径 m を 0 . 6 3 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。

【 0 0 6 0 】

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 】

【 0 0 6 1 】

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 ... 係止面、 A ... 中心軸線。

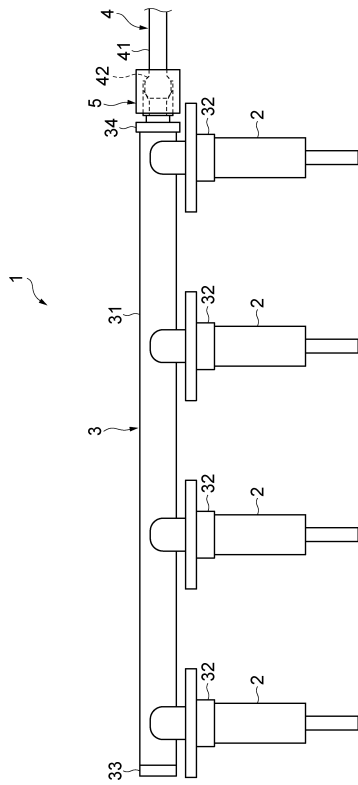
10

20

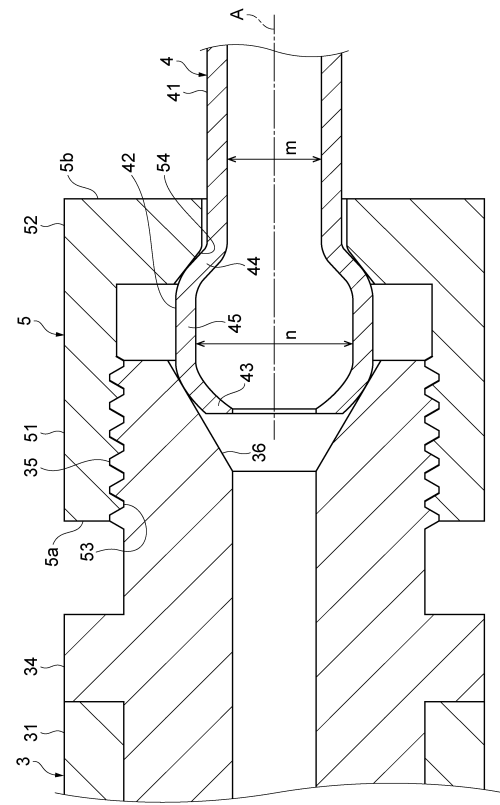
30

40

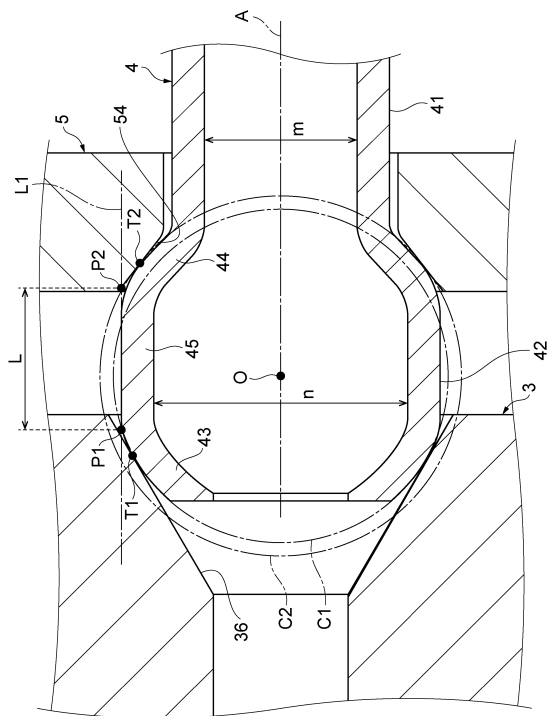
【図 1】



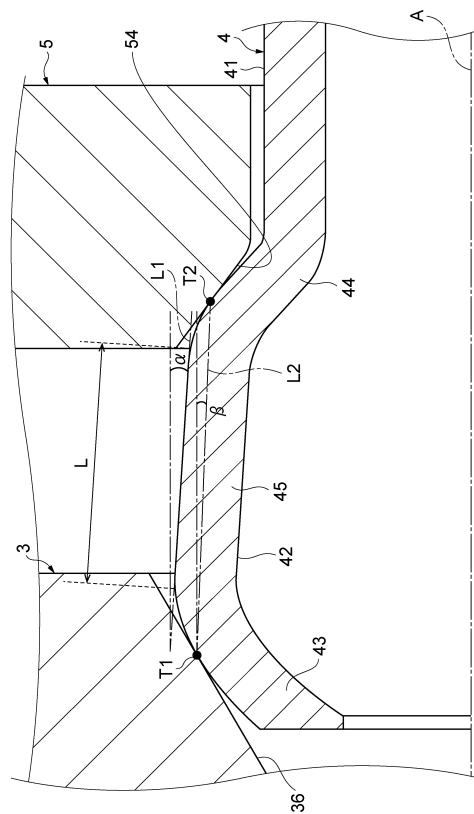
【図 2】



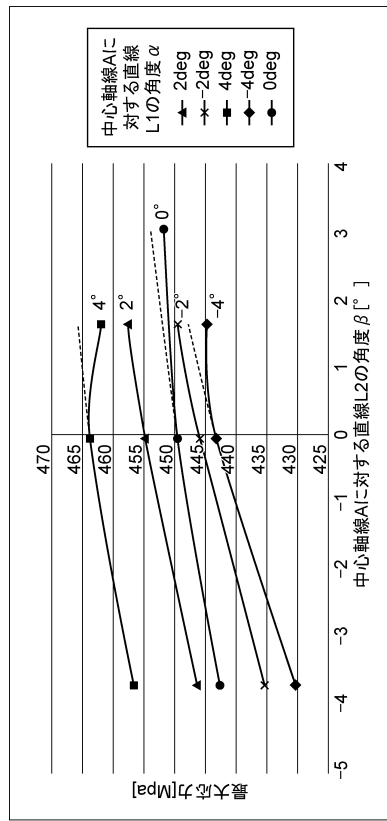
【図 3】



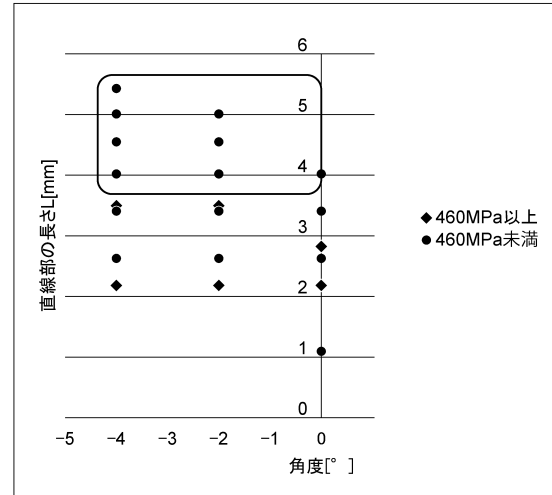
【図 4】



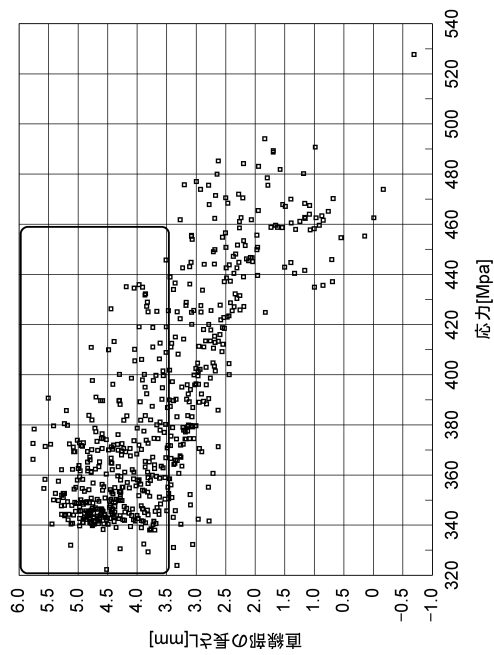
【図 5】



【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