

(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2015-105659

(P2015-105659A)

(43) 公開日 平成27年6月8日(2015. 6. 8)

(51) Int.Cl.
F 1 7 C 13/12 (2006.01)F 1
F 1 7 C 13/12 3 0 1 Zテーマコード (参考)
3 E 1 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-246226 (P2013-246226)
(22) 出願日 平成25年11月28日 (2013. 11. 28)(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(74) 代理人 100167276
弁理士 渡邊 秀樹
(72) 発明者 高見 昌宜
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3E172 AA05 AB01 BA01 BB03 BB12
BB17 BC04 BC07 BC08 CA12
CA14 CA20 DA90 EA02 EA22
EA30 EB02 JA10

(54) 【発明の名称】 貯蔵タンクおよびそれに取り付けられる金属部材、貯蔵タンクの製造方法

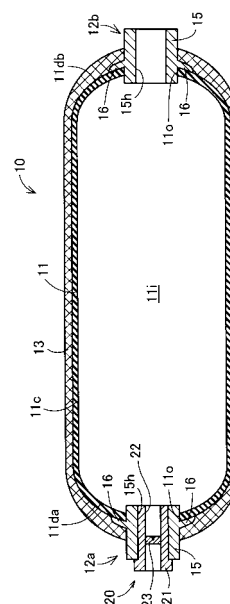
(57) 【要約】

【課題】貯蔵タンクにおいて蓄積疲労によって生じる容器壁の突発的な破断の発生を構造的に抑制する技術を提供する。

【解決手段】水素タンク10は、ライナー11と、第1と第2の口金部12a, 12bと、プラグ部材20と、を備える。ライナー11は樹脂製の中空容器であり、開口部11oを有している。第1と第2の口金部12a, 12bは、ライナー11の開口部11oに取り付けられている。プラグ部材20は第1の口金部12aの開口部15hに取り付けられている。プラグ部材20は、ライナー11の内部空間11iに連通する連通孔22と、連通孔22を塞ぐ蓋面23を有する蓋部23と、を有する。蓋部23の蓋面23には、ライナー11における内圧の変化の繰り返しによって亀裂として進展する凹部24が設けられている。

【選択図】図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体を貯蔵する貯蔵タンクであって、
開口部を有するライナーと、
前記開口部に取り付けられる金属部材と、
を備え、
前記金属部材は、
前記ライナーの内部空間に連通する連通孔と、
前記連通孔を塞ぐ蓋面を有し、前記蓋面に、前記ライナーにおける内圧の変化の繰り返しによって亀裂として進展する凹部が設けられている蓋部と、
を有する、貯蔵タンク。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の貯蔵タンクであって、さらに、
フィラメントワインディング法によって形成され、前記ライナーの外表面を被覆する繊維強化樹脂層を備え、
前記凹部は、所定の前記ライナーの内圧変化を繰り返させたときに前記繊維強化樹脂層の蓄積疲労に起因する破断よりも早い時期に前記蓋部を貫通する亀裂に進展するようにパリス則に基づいて形成されている、貯蔵タンク。

【請求項 3】

請求項 2 記載の貯蔵タンクであって、
前記ライナーは樹脂製である、貯蔵タンク。

20

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の貯蔵タンクであって、
前記開口部には口金部が取り付けられており、
前記金属部材は口金部を介して前記開口部に取り付けられている、貯蔵タンク。

【請求項 5】

請求項 4 記載の貯蔵タンクであって、
前記ライナーは略円筒状のシリンダー部と、前記シリンダー部の両端のそれぞれに設けられた第 1 と第 2 のドーム部と、を有し、
前記開口部は、前記第 1 と第 2 のドーム部の頂点に設けられた第 1 と第 2 の開口部を含み、
前記口金部は、前記第 1 と第 2 の開口部のそれぞれに取り付けられる第 1 と第 2 の口金部を含み、
前記金属部材は、前記第 1 の開口部に前記第 1 の口金部を介して取り付けられている、貯蔵タンク。

30

【請求項 6】

流体を貯蔵する貯蔵タンクが備えるライナーの開口部に取り付けられる金属部材であって、
前記ライナーの内部空間に連通する連通孔と、
前記連通孔を塞ぐ蓋面を有し、前記蓋面に、前記ライナーにおける内圧の変化の繰り返しによって亀裂として進展する凹部が設けられている蓋部と、
を備える、金属部材。

40

【請求項 7】

ライナーの外表面が、フィラメントワインディング法によって形成される繊維強化樹脂層によって被覆されている貯蔵タンクの製造方法であって、
前記ライナーの内部空間に連通する連通孔を塞ぐように配置される蓋部に、所定の前記ライナーの内圧変化を繰り返させたときに前記繊維強化樹脂層の蓄積疲労に起因する破断よりも早い時期に前記蓋部を貫通する亀裂に進展するようにパリス則に基づいて凹部を形成する凹部形成工程を備える、製造方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体を貯蔵する貯蔵タンクに関する。

【背景技術】

【0002】

流体を貯蔵する貯蔵タンクとして、高圧水素が充填される水素タンクが知られている。水素タンクは、本体容器（「ライナー」とも呼ぶ）の外表面に繊維強化樹脂層が形成されている（下記特許文献1 - 4等）。ライナーはアルミなどの金属材料や樹脂材料によって構成される。繊維強化樹脂層は、フィラメントワインディング法によって形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-219881号公報

【特許文献2】特開2009-216133号公報

【特許文献3】特開平成1-226583号公報

【特許文献4】特開昭63-076993号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

水素タンクにおいては、従来から、水素の充填と放出の繰り返しによって生じる内圧の変動に起因する蓄積疲労によって生じる容器壁の突発的な破断の発生を構造的に抑制することが望まれていた。特許文献1には、ライナーの表面に配置された金属プレートにおける亀裂の成長をクラックゲージによって計測することによって水素タンクの寿命を予測する技術が開示されている。しかしながら、特許文献1は水素タンクの寿命の予測を課題としているため、内圧変動の繰り返しに起因する水素タンクの容器壁の破断の発生を構造的に抑制することについては特段の考慮はなされていない。

【0005】

特許文献2には、樹脂ライナーを被覆する繊維強化樹脂にガス抜き孔を設けて、樹脂ライナーと繊維強化樹脂との間に漏洩ガスが滞留してしまうことを抑制する技術が開示されている。しかしながら、特許文献2は漏洩ガスの滞留に起因するガス容器の破損の抑制を課題としており、内圧の変動の繰り返しに起因する蓄積疲労による容器壁の破断については特段の考慮はなされていない。

【0006】

特許文献3には、タンク上部の開口部に、タンクの内圧が所定の圧力に到達したときに破損する脆弱部を設ける技術が開示されている。特許文献4には、タンクの底部に脆弱部として凹部を形成する技術が開示されている。特許文献3、4はいずれもタンクの急激な内圧の上昇に起因する不具合を抑制することを課題としており、内圧の変動の繰り返しに起因する蓄積疲労による容器壁の破断については特段の考慮はなされていない。

【0007】

このように、水素タンクにおいては、蓄積疲労によって生じる容器壁の突発的な破断の発生を構造的に抑制することについてはこれまで十分な工夫がなされてこなかった。このような課題は水素タンクに限らず、高圧流体を貯蔵する貯蔵タンクに共通する課題であった。また、貯蔵タンクにおいては、その他に、耐久性の向上や、小型化、軽量化、搭載性の向上、製造の容易化、低コスト化、省資源化等が望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

【0009】

[1] 本発明の一形態によれば、流体を貯蔵する貯蔵タンクが提供される。この貯蔵タン

10

20

30

40

50

クは、開口部を有するライナーと、前記開口部に取り付けられる金属部材と、を備えて良い。前記金属部材は、前記ライナーの内部空間に連通する連通孔と、前記連通孔を塞ぐ蓋面を有する蓋部と、を有し、前記蓋面には、前記ライナーにおける内圧の変化の繰返しによって亀裂として進展する凹部が設けられていて良い。この形態の貯蔵タンクによれば、内圧の変動が繰返されると金属部材の蓋部を貫通する亀裂が形成され流体の漏洩経路として機能する。従って、亀裂が蓋部を貫通した後は、内圧の著しい増大が抑制され、蓄積疲労に起因する貯蔵タンクの容器壁の突発的な破断の発生が抑制される。

【 0 0 1 0 】

[2] 上記形態の貯蔵タンクは、さらに、フィラメントワインディング法によって形成され、前記ライナーの外表面を被覆する繊維強化樹脂層を備えて良い。また、前記凹部は、所定の前記ライナーの内圧変化を繰返させたときに前記繊維強化樹脂層の蓄積疲労による破断よりも早い時期に前記蓋部を貫通する亀裂に進展するようにバリス則に基づいて形成されていても良い。この形態の貯蔵タンクによれば、蓄積疲労によって繊維強化樹脂層が破断してしまう前に、蓋部の亀裂を介してライナー内に充填されている流体を漏洩させることができる。従って、蓄積疲労による繊維強化樹脂層の破断に起因する貯蔵タンクにおける容器壁の破断が抑制される。

10

【 0 0 1 1 】

[3] 上記形態の貯蔵タンクにおいて、前記ライナーは樹脂製であっても良い。この形態の貯蔵タンクによれば、繊維強化樹脂層に破断が生じた後の内圧の増大によって樹脂製ライナーに急激な破断が生じてしまうことが抑制される。

20

【 0 0 1 2 】

[4] 上記形態の貯蔵タンクにおいて、前記開口部には口金部が取り付けられており、前記金属部材は口金部を介して前記開口部に取り付けられていても良い。この形態の貯蔵タンクによれば、金属部材を貯蔵タンクに容易に取り付けることができる。

【 0 0 1 3 】

[5] 上記形態の貯蔵タンクにおいて、前記ライナーは略円筒状のシリンダー部と、前記シリンダー部の両端のそれぞれに設けられた第 1 と第 2 のドーム部と、を有し；前記開口部は、前記第 1 と第 2 のドーム部の頂点に設けられた第 1 と第 2 の開口部を含み；前記口金部は、前記第 1 と第 2 の開口部のそれぞれに取り付けられる第 1 と第 2 の口金部を含み；前記金属部材は、前記第 1 の開口部に前記第 1 の口金部を介して取り付けられていて良い。この形態の貯蔵タンクによれば、第 1 の口金部を金属部品の取り付けに用いつつ、第 2 の口金部をバルブ等の接続に用いることができるため、貯蔵タンクの利便性を向上させることができる。

30

【 0 0 1 4 】

本発明は、貯蔵タンク以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、貯蔵タンクに取り付けられる金属部材や、貯蔵タンクを搭載する車両などの移動体、貯蔵タンクの製造方法、貯蔵タンクの蓄積疲労に起因する破損を抑制する方法、貯蔵タンクの設計方法等の形態で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

40

【 図 1 】 水素タンクの構成を示す概略断面図。

【 図 2 】 プラグ部材の構成を示す概略断面図。

【 図 3 】 蓋部に設けられた凹部の等価モデルを示す模式図。

【 図 4 】 応力拡大係数変動幅とクラック進展速度との関係を示す説明図。

【 図 5 】 凹部の形状のバリエーションを示す概略図。

【 図 6 】 第 2 実施形態の水素タンクの構成を示す概略断面図。

【 図 7 】 第 3 実施形態の水素タンクの構成を示す概略断面図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

A. 第 1 実施形態：

50

図 1 は、本発明の第 1 実施形態としての水素タンク 10 の構成を示す概略断面図である。水素タンク 10 は、高圧水素が充填される貯蔵タンクであり、例えば、燃料電池車両などの移動体に搭載される。水素タンク 10 は、ライナー 11 と、第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b と、繊維強化樹脂層 13 と、プラグ部材 20 と、を備える。

【0017】

ライナー 11 は水素タンク 10 の本体部を構成する樹脂製の中空容器であり、内部空間 11 i を有する。本実施形態の水素タンク 10 は樹脂製のライナー 11 を備えていることによって、軽量性と耐久性とが確保されている。ライナー 11 は、略円筒状のシリンダー部 11 c と、シリンダー部 11 c の両端のそれぞれに設けられた略半球状の第 1 と第 2 のドーム部 11 d a, 11 d b と、を有する。第 1 と第 2 のドーム部 11 d a, 11 d b のそれぞれの頂部には、第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b を取り付けするための開口部 11 o が設けられている。

10

【0018】

第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b はそれぞれ、プラグ部材 20 や主止弁などのバルブ（図示は省略）を取り付けるための金属部品である。第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b は、本体部 15 と、鍔部 16 と、を有する。本体部 15 には、略円筒形状を有しており、その中心にライナー 11 の内部空間 11 i に連通する貫通孔である連通孔 15 h を有している。連通孔 15 h の内周面には、プラグ部材 20 やバルブを接続して固定するためのねじ溝が形成されている（図示は省略）。

20

【0019】

鍔部 16 は、本体部 15 の外周に形成された略円環板状の突起部である。鍔部 16 はライナー 11 のドーム部 11 d a, 11 d b の外表面に密着するように配置された状態で、ドーム部 11 d a, 11 d b と繊維強化樹脂層 13 との間に挟まれる。これによって、水素タンク 10 では、各口金部 12 a, 12 b の固定性が確保されるとともに、各口金部 12 a, 12 b とライナー 11 との間のシール性が確保される。

30

【0020】

繊維強化樹脂層 13 は、フィラメントワインディング法によってライナー 11 の外表面を被覆するように形成された補強層である。具体的に、繊維強化樹脂層 13 は、以下のように形成される。ライナー 11 の開口部 11 o に第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b を取り付け。ライナー 11 の外表面に熱硬化性樹脂が含浸された強化繊維（プリプレグ）を、いわゆるフープ巻きやヘリカル巻きによって巻き付ける。プリプレグの巻層によって外表面が被覆されたライナー 11 全体を加熱し、プリプレグ中の熱硬化性樹脂を熱硬化させる。これによって、プリプレグの巻層が繊維強化樹脂層 13 になる。

40

【0021】

プラグ部材 20 は、第 1 の口金部 12 a の連通孔 15 h に取り付けられる金属部品であり、水素タンク 10 において、いわゆる L B B を実現するための部品である。ここで、「L B B」とは、Leak Before Burst の略語であり、容器壁の破断が発生する前に、貯蔵タンクの貯蔵流体を漏洩させることを意味する。L B B が実現されていれば、内圧変動の繰り返しに起因する蓄積疲労によって貯蔵タンクが突発的に破断してしまうことが抑制される。

40

【0022】

図 2 は、プラグ部材 20 の構成を示す概略断面図である。図 2 には、プラグ部材 20 とともに、プラグ部材 20 近傍における水素タンク 10 の一部を図示してある。また、図 2 の紙面左側には、蓋部 23 の第 1 の面 S 1 の概略正面図を、蓋部 23 の概略断面図と対応させて図示してある。プラグ部材 20 は、筒状本体部 21 と、蓋部 23 と、を有する。

【0023】

筒状本体部 21 は、略円筒状の形状を有しており、中央にライナー 11 の内部空間 11 i に連通する連通孔 22 が設けられている。筒状本体部 21 の外周面には、第 1 の口金部 12 a の連通孔 15 h の内周面に形成されているネジ溝に螺合するネジ溝が形成されている（図示は省略）。筒状本体部 21 は、耐水素脆性を有する金属によって形成されている

50

ことが望ましい。

【 0 0 2 4 】

蓋部 2 3 は、連通孔 2 2 を閉塞する略円盤状の部材であり、連通孔 2 2 の途中に接合されている。蓋部 2 3 は、ステンレスやアルミニウムなどの耐水素脆性を有する部材によって構成されていることが望ましい。より具体的には、蓋部 2 3 は、S U S 3 1 6 L や T 6 0 6 1 によって構成されても良い。蓋部 2 3 は、第 1 の面 S 1 がライナー 1 1 の内部空間 1 1 i 側に向き、第 2 の面 S 2 が外部に向くように配置されている。

【 0 0 2 5 】

蓋部 2 3 の第 1 の面 S 1 には、凹部 2 4 が形成されている。凹部 2 4 は、略三角形の断面を有する線状の溝部であり、深さ d を有している。凹部 2 4 は、水素タンク 1 0 の使用中におけるライナー 1 1 における内圧の変動によって、蓋部 2 3 の厚み方向に進展する亀裂の起点となる。凹部 2 4 は、ライナー 1 1 において所定の内圧変化が繰り返されたときに繊維強化樹脂層 1 3 の蓄積疲労による破損よりも早い時期に蓋部 2 3 を貫通する亀裂に進展するようにパリス則に基づいて、その形状が決定されている。具体的には以下の通りである。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、蓋部 2 3 に設けられた凹部 2 4 の等価モデルを示す模式図である。図 3 には、蓋部 2 3 の凹部 2 4 が形成されている部位の一部を抜き出した略直方体のモデルを図示してある。また、図 3 には、互いに直交する三方向を示す矢印 x , y , z を図示してある。矢印 x は、凹部 2 4 の延伸方向と一致する方向（以下、「延伸方向 x 」とも呼ぶ。）を示している。矢印 y は、凹部 2 4 の幅方向、すなわち、蓋部 2 3 の第 1 の面 S 1 に平行かつ延伸方向 x に垂直な方向と一致する方向（以下、「幅方向 y 」とも呼ぶ。）を示している。矢印 z は、凹部 2 4 の深さ方向、すなわち、蓋部 2 3 の厚み方向と一致する方向（以下、「深さ方向 z 」とも呼ぶ。）を示している。

【 0 0 2 7 】

水素タンク 1 0 の使用時には、水素の充填と放出によってライナー 1 1 の内圧は変動を繰り返すことになる。水素が充填されてライナー 1 0 の内圧が増大する際には、蓋部 2 3 の凹部 2 4 には主に凹部 2 4 を開く幅方向 y に沿った矢印 P の方向の荷重が発生する。この荷重の発生状態は、開口形（モード I ）とも呼ばれる。このような荷重による応力の変動が繰り返し発生すると、パリス則に従って、凹部 2 4 を起点とした亀裂が深さ方向 x に沿って進展する。

【 0 0 2 8 】

凹部 2 4 を起点とする亀裂の先端部近傍における応力や変位の大きさは、凹部 2 4 の固有の応力拡大係数によって一義的に決まる。この応力拡大係数は、亀裂の形状（主に亀裂の深さ）や、蓋部 2 3 の材料の種類などによって決まる係数であり、実験的に予め求められる。従って、以下に説明するように、パリス則によって、所定の応力の増減が繰り返されたときの亀裂の進展の度合いを応力拡大係数に基づいて予め求めることができる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、応力拡大係数変動幅とクラック進展速度との関係を示す説明図である。図 4 には、縦軸をクラック進展速度 da/dN とし、横軸を応力拡大係数変動幅 K とする両対数グラフを図示してある。ここで、「クラック進展速度 da/dN 」は、1 サイクルの所定の応力変動による亀裂の進展量である。また、「応力拡大係数変動幅 K 」は、正弦波的に応力を変動させるとき、すなわち、一定周期で応力を所定範囲内で周期的に変動させるときに、亀裂の先端部において応力拡大係数が変動する幅である。

【 0 0 3 0 】

図 4 のグラフに示されているように、応力拡大係数変動幅 K には、クラック進展速度 da/dN との関係が下記の式（1）によって表される範囲が存在する。式（1）によって表される関係がパリス則と呼ばれる。

$$da/dN = C (K)^n \dots (1)$$

上記の式（1）中の C , n はそれぞれ材料固有の値として実験的に求められる値である。

【0031】

ここで、水素タンク10に水素が最大限まで充填されているときと最小限の水素が充填されているときとの間での内圧の変動差を「最大内圧変動幅」と呼ぶ。本実施形態の水素タンク10では、最大内圧変動幅に対して求められる応力拡大係数変動幅 K が上記の式(1)の関係が成立する範囲となるように、蓋部23の構成材料と、凹部24の形状(主に深さ d)と、が決められている。

【0032】

最大内圧変動幅での内圧の変動が周期的に繰り返されたときに、上記の(1)式から求められる亀裂の進展量が蓋部23を貫通するまでの時間を「亀裂貫通時間 T_a 」と呼ぶ。凹部24は、亀裂貫通時間 T_a が、同様な応力変動を付与したときに繊維強化樹脂層13が破断に至る疲労時間 t_b よりも短くなるように形成されている($T_a < T_b$)。「繊維強化樹脂層13の疲労時間 t_b 」は、 SN 試験によって実験的に求められる時間である。

【0033】

ここで、本実施形態の水素タンク10ではライナー11が樹脂製である。樹脂製のライナー11は、繊維強化樹脂層13よりも内圧の変動の繰り返しに対する耐久時間が長い。そのため、内圧の変動の繰り返しに起因する蓄積疲労による破断は、ライナー11よりも先に繊維強化樹脂層13に生じる可能性が高い。亀裂到達時間 T_a が繊維強化樹脂層13の疲労時間 t_b より短いと、蓄積疲労によって繊維強化樹脂層13が破断してしまう前に、凹部24から進展した亀裂を蓋部23の第2の面 S_2 まで到達させることができる。

【0034】

蓋部23を貫通する亀裂が形成されると、当該亀裂が水素のリーク経路として機能するため、繊維強化樹脂層13に破断が生じた後のライナー11における内圧の著しい増大が抑制される。従って、繊維強化樹脂層13に蓄積疲労などによって破断が生じてしまった後の内圧によってライナー11の容器壁に突発な破断が生じることを抑制される。このように、本実施形態の水素タンク10によれば、プラグ部材20における凹部24によって LBB が実現されている。

【0035】

ところで、本実施形態の水素タンク10の製造工程をまとめると以下のようなになる。なお、工程の順序は下記の順序に限られるものではない。

(工程1)ライナー11を準備し、その開口部11oに第1と第2の口金部12a, 12bを取り付ける準備工程。

(工程2)フィラメントワインディング法によって繊維強化樹脂層13を形成する工程。

(工程3)上記のように亀裂貫通時間 T_a が繊維強化樹脂層13の疲労時間 t_b よりも短くなるようにパリス則に基づいて凹部の形状を決定する工程。

(工程4)プラグ部材20の蓋部23に凹部24を形成する工程。

(工程5)プラグ部材20を第1の口金部12aに取り付ける工程。

【0036】

図5は、蓋部23に設けられる凹部24の形状のバリエーションを示す概略図である。図5の(A)欄および(B)欄にはそれぞれ、紙面左側に蓋部23a, 23bの概略正面図を図示しており、紙面右側に蓋部23a, 23bの概略断面図を図示してある。図5の(A)欄に図示された蓋部23aには、凹部24aが、略半円形状の断面を有する溝部として形成されている。この凹部24aであっても、主に深さ d の調整によって、亀裂到達時間 T_a を調整することが可能である。

【0037】

図5の(B)欄に図示された蓋部23bには、凹部24bが、略半球形状の陥没部として形成されている。このように溝状に形成されていない凹部24bであっても、深さ d の調整によって、亀裂到達時間 T_a を調整することが可能である。以上のように、プラグ部材20の蓋部23に設けられる凹部は、図2に示された形状に限定されることはなく、種々の断面形状を有していても良い。

【0038】

ところで、本実施形態の水素タンク 10 (図 1) では、第 1 の口金部 12 a に取り付けられるプラグ部材 20 に凹部 24 を有する蓋部 23 が設けられている。従って、ライナー 11 に余分な開口部を設けることなく、凹部 24 を有する蓋部 23 をライナー 11 に簡易に取り付けることができる。加えて、本実施形態の水素タンク 10 は、プラグ部材 20 が取り付けられる第 1 の口金部 12 a に加えて、第 2 の口金部 12 b を有しているため、プラグ部材 20 の取り付けによってバルブの接続が制限されてしまうことが抑制されている。

【0039】

以上のように、本実施形態 20 の水素タンク 20 では、凹部 24 が設けられた蓋部 23 を備えるプラグ部材 20 の取り付けによって、内圧変動の繰り返しに起因するライナー 11 や繊維強化樹脂層 13 の急激な破断の発生が構造的に抑制されている。従って、水素タンク 10 の信頼性が向上されている。

10

【0040】

B. 第 2 実施形態：

図 6 は、本発明の第 2 実施形態としての水素タンク 10 A の構成を示す概略断面図である。第 2 実施形態の水素タンク 10 A は、以下に説明する点以外は、第 1 実施形態の水素タンク 10 (図 1) の構成と同様である。第 2 実施形態の水素タンク 10 A は、第 2 のドーム部 11 d b に開口部 11 o が設けられておらず、第 1 のドーム部 11 d a の開口部 11 o にのみ口金部 12 A が取り付けられている。

【0041】

口金部 12 A は、第 1 実施形態で説明した第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b と同様に略円筒状の本体部 15 と、略円環状の鍔部 16 と、を有する。本体部 15 には、互いに平行な第 1 と第 2 の連通孔 15 h a, 15 h b が設けられている。第 1 と第 2 の連通孔 15 h a, 15 h b はライナー 11 の内部空間 11 i に連通する貫通孔である。第 1 の連通孔 15 h a には、プラグ部材 20 が取り付けられ、第 2 の連通孔 15 h b にはバルブが取り付けられる。プラグ部材 20 は、第 1 実施形態で説明したものと同様の構成であり、ライナー 11 の内部空間 11 i に連通する連通孔 22 と、連通孔 22 を塞ぐ蓋部 23 と、を有し、蓋部 23 には、亀裂の起点となる凹部 24 が設けられている。

20

【0042】

以上のように、第 2 実施形態の水素タンク 10 A においても、凹部 24 が設けられた蓋部 23 を備えるプラグ部材 20 によって、内圧変動の繰り返しに起因するライナー 11 や繊維強化樹脂層 13 の急激な破断の発生が構造的に抑制されている。

30

【0043】

C. 第 3 実施形態：

図 7 は、本発明の第 3 実施形態としての水素タンク 10 B の構成を示す概略断面図である。第 3 実施形態の水素タンク 10 B は、以下に説明する点以外は、第 1 実施形態の水素タンク 10 (図 1) の構成と同様である。第 3 実施形態の水素タンク 10 B は、第 1 の口金部 12 a に取り付けられるプラグ部材 20 の代わりに、ライナー 11 のシリンダー部 11 c に環状部材 20 B が取り付けられている。環状部材 20 B はライナー 11 のシリンダー部 11 c に設けられた開口部に取り付けられている金属部材である。

【0044】

環状部材 20 B は、略円筒状の本体部 21 B と、蓋部 23 と、鍔部 25 B と、を有する。本体部 21 の中心には、ライナー 11 の内部空間 11 i に連通する貫通孔 22 B が設けられている。蓋部 23 は、第 1 実施形態のプラグ部材 20 が備えていた蓋部 23 と同じ構成を有しおり、貫通孔 22 B を塞ぐように配置されている。蓋部 23 には、内部空間 11 i 側の第 1 の面 S1 に亀裂の起点となる凹部 24 が設けられている。

40

【0045】

鍔部 25 B は本体部 21 B の外周表面に設けられた円環板状の突起部であり、第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b の鍔部 16 と同様に、ライナー 11 の外表面と繊維強化樹脂層 13 との間に配置される。環状部材 20 B は、繊維強化樹脂層 13 が形成される前に、第 1 と第 2 の口金部 12 a, 12 b とともにライナー 11 のシリンダー部 11 c に設けられ

50

ている開口部に取り付けられる。繊維強化樹脂層 1 3 の形成の際には、プリプレグは環状部材 2 0 B の本体部 2 1 B の外周に巻かれる。

【 0 0 4 6 】

第 3 実施形態の水素タンク 1 0 B においても、凹部 2 4 が設けられた環状部材 2 0 B を有することによって、第 1 実施形態の水素タンク 1 0 と同様に、内圧変動の繰り返しに起因するライナー 1 1 や繊維強化樹脂層 1 3 の破断の発生が構造的に抑制されている。

【 0 0 4 7 】

D . 変形例 :

D1 . 変形例 1 :

上記各実施形態において説明した凹部 2 4 を有するプラグ部材 2 0 や環状部材 2 0 B は、上記各実施形態において説明した水素タンクに限らず、他の気体や液体などの種々の流体が貯蔵される貯蔵タンクに取り付けられても良い。プラグ部材 2 0 や環状部材 2 0 B は、例えば、酸素タンクや薬液タンクなどに取り付けられても良い。

【 0 0 4 8 】

D2 . 変形例 2 :

上記各実施形態および変形例においては、ライナー 1 1 は樹脂製としている。これに対して、ライナー 1 1 は樹脂材料以外の材料によって構成されていても良い。ライナー 1 1 は、例えば、アルミニウムなどの金属材料によって構成されていても良い。この場合において、凹部 2 4 は、ライナー 1 1 が蓄積疲労によって破断する前に凹部 2 4 を起点とする亀裂が蓋部 2 3 を貫通するように形成されていることが望ましい。

【 0 0 4 9 】

D3 . 変形例 3 :

上記各実施形態および変形例においては、ライナー 1 1 の外表面には繊維強化樹脂層 1 3 が補強層として形成されている。これに対して、ライナー 1 1 の外表面には繊維強化樹脂層 1 3 以外の補強層が形成されていても良いし、補強層が省略されてライナー 1 1 の外表面が露出した状態であるとしても良い。

【 0 0 5 0 】

D4 . 変形例 4 :

上記各実施形態および変形例においては、凹部 2 4 はパリス則に基づいてその形状が決定されていたが、凹部 2 4 はパリス則に基づいてその形状が決定されていなくても良い。凹部 2 4 は、ライナー 1 1 における内圧の変化の繰り返しによって進展する亀裂の起点となるように形成されていれば良い。

【 0 0 5 1 】

D5 . 変形例 5 :

上記各実施形態および変形例においては、蓋部 2 3 には 1 つの凹部 2 4 が形成されている。これに対して、蓋部 2 3 には複数の凹部 2 4 が形成されても良い。また、上記各実施形態および変形例においては、ライナー 1 1 には凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 が 1 箇所に設けられているが、ライナー 1 1 には凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 が複数箇所に設けられていても良い。

【 0 0 5 2 】

D6 . 変形例 6 :

上記各実施形態および変形例においては、凹部 2 4 は、蓋部 2 3 において、ライナー 1 1 の内部空間 1 1 s 側の第 1 の面 S 1 に設けられている。これに対して、凹部 2 4 は、第 2 の面 S 2 に形成されていても良い。凹部 2 4 は蓋部 2 3 が受ける内圧の変動によって亀裂として進展するように形成されていれば良い。

【 0 0 5 3 】

D7 . 変形例 7 :

上記各実施形態および変形例においては、蓋部 2 3 の平板な円盤状の部材によって構成されている。蓋部 2 3 は、平板な円盤状の部材に限定されることはなく、例えば、曲面を有する長方形部材によって構成されていても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

D8 . 変形例 8 :

上記各実施形態および各変形例においては、凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 は、プラグ部材 2 0 に取り付けられていることによって、口金部 1 2 a , 1 2 A に着脱可能に取り付けられている。これに対して、凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 は、直接的に口金部 1 2 a , 1 2 A の開口部 1 5 h , 1 5 h a に取り付けられても良い。また、上記各実施形態および各変形例においては、凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 はプラグ部材 2 0 や環状部材 2 0 B の本体部 2 1 , 2 1 B に取り付けられている。これに対して、凹部 2 4 を有する蓋部 2 3 は、鍛造や鋳造によってプラグ部材 2 0 や環状部材 2 0 B の本体部 2 1 , 2 1 B と一体的に形成されても良い。

10

【 0 0 5 5 】

D9 . 変形例 9 :

上記各実施形態や変形例の構成において、凹部 2 4 を起点とする亀裂から外部に漏洩してくる水素を検出する水素センサが、プラグ部材 2 0 や環状部材 2 0 A の連通孔 2 2 内等、蓋部 2 3 の第 2 の面 S 2 の近傍に配置されていても良い。これによって、水素タンクなど、凹部 2 4 が設けられ金属部材を備える貯蔵タンクの蓄積疲労に対する寿命を事前に検出することができる。

【 0 0 5 6 】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 0 , 1 0 A , 1 0 B ... 水素タンク
 1 1 ... ライナー
 1 1 c ... シリンダー部
 1 1 d a , 1 1 d b ... ドーム部
 1 1 i ... 内部空間
 1 1 o ... 開口部
 1 2 a , 1 2 b , 1 2 A ... 口金部
 1 5 ... 本体部
 1 5 h , 1 5 h a , 1 5 h b ... 連通孔
 1 6 ... 鍔部
 1 3 ... 繊維強化樹脂層
 2 0 ... プラグ部材
 2 0 B ... 環状部材
 2 1 ... 筒状本体部
 2 1 B ... 本体部
 2 2 ... 連通孔
 2 3 ... 蓋部
 2 4 ... 凹部
 2 5 B ... 鍔部

30

40

