

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6153085号  
(P6153085)

(45) 発行日 平成29年6月28日(2017.6.28)

(24) 登録日 平成29年6月9日(2017.6.9)

(51) Int.Cl.	F 1	
<b>F 1 7 C</b> 1/06 (2006.01)	F 1 7 C	1/06
<b>B 2 9 C</b> 70/32 (2006.01)	B 2 9 C	70/32
<b>B 6 5 D</b> 90/04 (2006.01)	B 6 5 D	90/04 E
<b>F 1 7 C</b> 1/00 (2006.01)	F 1 7 C	1/00 Z
<b>B 2 9 K</b> 101/10 (2006.01)	B 2 9 K	101:10
請求項の数 1 (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-251137 (P2013-251137)  
 (22) 出願日 平成25年12月4日(2013.12.4)  
 (65) 公開番号 特開2015-108399 (P2015-108399A)  
 (43) 公開日 平成27年6月11日(2015.6.11)  
 審査請求日 平成28年2月15日(2016.2.15)

(73) 特許権者 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 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (74) 代理人 100117189  
 弁理士 江口 昭彦  
 (72) 発明者 西部 志朗  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 審査官 吉澤 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧タンクの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

タンク容器となる中空のライナーの外層に熱硬化性樹脂を含浸させた繊維強化樹脂層を有する高圧タンクの製造方法において、

前記ライナーのガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間の温度に維持されるようにガスを前記高圧タンク内に充填するガス充填工程と、

前記ガス充填工程後に、前記ライナーの内部を前記高圧タンクの外部よりも高圧に保持した状態で、前記高圧タンク内の温度を、前記ライナーのガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間の温度に10分以上保持する工程と、を有する

高圧タンクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ライナーに繊維補強層を形成した高圧タンクの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、燃料ガスの燃焼エネルギーや、燃料ガスの電気化学反応によって生成される電気エネルギーによって駆動する車両の開発が進んでいる。車両には、天然ガスや水素等の燃料ガスを貯蔵する高圧タンクが搭載される場合がある。このため、高圧タンクは軽量化が求められており、カーボン繊維強化プラスチックや、ガラス繊維強化プラスチック(以下

、これらを総称して、繊維強化樹脂層と呼ぶ)で中空のライナーを被覆したFRP(Fiber Reinforced Plastics: 繊維強化プラスチック)製の高压タンク(以下、単に高压タンクと称する)の採用が進んでいる。ライナーとしては、軽量化の観点から、通常、樹脂製の中空容器が用いられる。

【0003】

こうした高压タンクの製造に際しては、フィラメント・ワインディング法(以下、FW法)が採用され、このFW法により、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を含浸した繊維をライナーの外周に繰り返し巻き付けて繊維強化樹脂層をライナーに形成する。この樹脂層形成後に、当該樹脂層に含まれる熱硬化樹脂を熱硬化させることで、ライナーを繊維強化樹脂層で被覆・補強した高压タンクが製造される。

10

【0004】

このようなFW法で形成した繊維強化樹脂層でライナーを補強した高压タンクでは、繊維強化樹脂層の各層の間は勿論、ライナー外表と当該外表に近い層との間においても、隙間が無いことが強度確保の上から望ましい。

【0005】

ところが、熱硬化後、ライナー及び繊維強化樹脂層が常温まで冷却されると、合成樹脂製のライナーは線膨張係数が大きいため大きく収縮する一方、カーボン繊維を含む繊維強化樹脂層は、カーボン繊維のマイナスの線膨張係数により伸長する。この収縮差によりライナーと繊維強化樹脂層との間には略全域にわたって隙間が生じることとなる。この隙間が生じた中空容器に圧縮天然ガス等の各種圧縮ガスが充填されると、各種圧縮ガスによる高い内圧によって、合成樹脂製のライナーは、繊維強化樹脂層に当接するまで伸びることになり、ライナーの耐久性が低下していた。特に低温時には、合成樹脂製のライナーの伸びが減少し、クラックが発生するおそれもあった。

20

【0006】

このようなライナーと繊維強化樹脂層との間に隙間が生じる問題を解決することを意図して、下記特許文献1に記載されている高压タンクの製造方法では、熱硬化後にできる隙間にエラストマー等の材料を注入して隙間を注入層で埋める工程を設けている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平10-231998号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1に記載の高压タンクの製造方法では、従来の高压タンクの製造方法にライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間に材料を注入する工程が加わるため、この工程分だけ時間がかかってしまうという課題があった。

【0009】

上記の材料を隙間に注入する手法とは別の手法として、従来の製造工程で必須となっている水圧による強度確認時(耐圧試験)の加圧によって、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間を埋めるという手法がある。この場合には、製造工程が増えないことから時間短縮には効果があるものの、当該耐圧試験後の乾燥工程が必須となっているため、この乾燥工程においてライナーに含まれた水分が蒸発することとなる。合成樹脂製のライナーは吸水性が良いことから、ライナーに含まれた水分が蒸発することによりライナーが大きく収縮してしまうため、再びライナーと繊維強化樹脂層との間に隙間が生じるおそれがあった。このように、従来の高压タンクの製造方法では、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間を短時間で低減させることができないという課題があった。

40

【0010】

本発明の目的は、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間を短時間で低減させることができる高压タンクの製造方法を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

上記課題を解決するために本発明に係る高圧タンクの製造方法は、タンク容器となる中空のライナーの外層に熱硬化性樹脂を含浸させた繊維強化樹脂層を有する高圧タンクの製造方法において、前記ライナーのガラス転移温度以上の温度雰囲気中、前記ライナーの内部を前記高圧タンクの外部よりも高圧に保つ工程を備えることを特徴とする。

## 【0012】

本発明に係る高圧タンクの製造方法では、ライナーのガラス転移温度以上で、ライナーの内部を高圧タンクの外部よりも高圧に保つことにより、ライナーを径方向外側に、換言すればライナーを繊維強化樹脂層が設けられる方向に変形させることができる。このため、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間を低減させることができるため、高圧タンクの強度を向上させることができる。また、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間に、材料を注入する工程を必要としないため、この工程分の時間を削減することができ、短時間で隙間を低減させることができる。

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明によれば、ライナーと繊維強化樹脂層との間の隙間を短時間で低減させることができる高圧タンクの製造方法を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】高圧タンク製造装置の構成を概略的に示す模式図である。

【図2】ライナーの変形量を比較するためのグラフである。

【図3】本発明手法と従来手法との極低温下での発生応力を比較するためのグラフである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

以下添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。本発明は以下の好ましい実施形態により説明されるが、本発明の範囲を逸脱すること無く、多くの手法により変更を行うことができ、本実施形態以外の他の実施形態を利用することができる。従って、本発明の範囲内における全ての変更が特許請求の範囲に含まれる。

## 【0016】

## (高圧タンク)

はじめに、図1に示される高圧タンク100について説明する。図1に示すように、高圧タンク100は、断面が略楕円体のタンク本体110と、このタンク本体110の長手方向端部に取り付けられた口金部120とを有する。

## 【0017】

タンク本体110は、例えば二重構造を有し、内部に貯留空間が形成されるように中空状に構成されたライナー10と、そのライナー10の外表面を覆う補強層としての繊維強化樹脂層20とを有している。貯留空間には、例えば、圧縮天然ガスや水素ガス等からなる流体が貯留される。また、タンク本体110には、タンク本体110の内部の温度を監視するための温度センサ(図示せず)が設けられている。

## 【0018】

ライナー10は、タンク本体110とほぼ同じ略楕円形状を有し、略円筒状の胴部11と、胴部11の端部に連続するドーム状の側部12とを備えている。側部12には、流体が供給(又は排出)される開口13が設けられており、この開口13に口金部120が装着され、配管80等に接続可能となっている。ライナー10は、ガスバリア性を有し、水素ガス等の外部への透過を抑制する層である。例えば、金属、ポリエチレン樹脂やポリプロピレン樹脂等の硬質樹脂から形成されており、二層以上積層して構成することも可能である。また本実施形態において、ライナー10材としては、エポキシ樹脂のガラス転移温度より低いガラス転移温度をもつ材料を用いる。

## 【 0 0 1 9 】

繊維強化樹脂層 2 0 は、熱硬化性樹脂が繊維で補強された層であり、ライナー 1 0 の表面にフィラメント・ワインディング法（以下、「FW法」ともいう。）により繊維を巻き付けることで形成される。また、繊維強化樹脂層 2 0 は、繊維が複数積層した構成である。FW法とは、熱硬化性樹脂を含浸した強化繊維をライナー 1 0 に巻き付けて、熱硬化性樹脂を熱硬化させる方法である。なお、熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂等を用いることができる。本実施形態では、エポキシ樹脂を用いている。

## 【 0 0 2 0 】

（高圧タンク製造装置）

続いて、図 1 を参照しながら、上述した高圧タンク 1 0 0 を製造するための高圧タンク製造装置 1 について説明する。図 1 は、高圧タンク製造装置 1 の構成を概略的に示す模式図である。

## 【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように、高圧タンク製造装置 1 は、高圧タンク 1 0 0 と、密閉容器 4 0 と、常温ガス供給装置 5 0 と、低温ガス供給装置 6 0 と、昇圧手段 7 0 a、7 0 b と、混合部 9 0 と、バルブ 5 0 a、6 0 a と、これらを繋ぐ配管 8 0 と、を備える。密閉容器 4 0 は、高圧タンク 1 0 0 をその内部に収容して密閉するケースである。なお、以下の説明においては、配管 8 0 を省略して説明する。

## 【 0 0 2 2 】

常温ガス供給装置 5 0 は、バルブ 5 0 a、混合部 9 0 を介して高圧タンク 1 0 0 に接続されている。低温ガス供給装置 6 0 は、バルブ 6 0 a、混合部 9 0 を介して高圧タンク 1 0 0 に接続されている。この混合部 9 0 では、常温ガス供給装置 5 0 及び低温ガス供給装置 6 0 から供給される常温ガス及び低温ガスが混合されるようになっており、混合されたガスが高圧タンク 1 0 0 に供給される。

## 【 0 0 2 3 】

また、常温ガス供給装置 5 0 又は低温ガス供給装置 6 0 には、昇圧手段 7 0 a、7 0 b が設けられている。昇圧手段 7 0 a、7 0 b としては例えばポンプ等が用いられる。昇圧手段 7 0 a、7 0 b を作動させることにより、高圧タンク 1 0 0 に、予め定められた所定の圧力まで常温ガス又は低温ガスを充填することができる。このように、昇圧手段 7 0 a、7 0 b によって、ライナー 1 0 内の圧力を上げることで、ライナー 1 0 の内部を高圧タンク 1 0 0 の外部よりも高圧に保つことができる。

## 【 0 0 2 4 】

ここで、一般にタンクにガスを充填する場合、タンク内の圧力に対抗してガスを充填するため、タンク内のガスの温度は上がる。したがって、本実施形態では、高圧タンク 1 0 0 内に常温ガス又は低温ガスを充填する場合、高圧タンク 1 0 0 内の温度が所定の温度に維持されるように、図示しない制御装置によってバルブ 5 0 a、6 0 a の開度が制御される。

## 【 0 0 2 5 】

なお、昇圧手段 7 0 a、7 0 b としては、上述したように、例えばポンプ等を用いることができるが、ライナー 1 0 内の圧力を上げる機能を有するものであれば、他の装置等を適宜選択することができる。また、昇圧手段 7 0 a、7 0 b は、常温ガス供給装置 5 0 又は低温ガス供給装置 6 0 以外の部分にも設置することが可能である。

## 【 0 0 2 6 】

本実施形態では、高圧タンク製造装置 1 に、ライナー 1 0 内の温度を所定の温度に到達させる昇圧能力を有する昇圧手段 7 0 a、7 0 b が設けられているため、別の温度調整機構などが不要となり、余分な設備を削減することができる。

## 【 0 0 2 7 】

また本実施形態では、温度の異なるガスを混合部 9 0 において混合させ、混合させたガスを高圧タンク 1 0 0 に供給することができるので、高圧タンク 1 0 0 内の温度を所定の

10

20

30

40

50

温度に素早く制御することができる。

【0028】

また本実施形態では、高圧タンク100をその内部に収納して密閉する密閉容器40を備えているため、高圧タンク100内部と高圧タンク100外部との空気のやり取りを抑制することができる。このため、高圧タンク100内部の温度を所定の温度に保持することができる。

【0029】

(高圧タンクの製造方法)

続いて、図1に示した高圧タンク製造装置1を用いた高圧タンク100の製造工程について説明する。なお、以下に説明する高圧タンク100の製造工程は、法規検査の最終工程である気密検査工程にて行われるものである。気密検査工程とは、高圧ガスによるリークを確認するための工程である。この気密検査工程の前の工程においては、ライナー10を形成する工程や、ライナーの外層を覆う繊維強化樹脂層20を巻付形成する工程や、繊維強化樹脂層20の含浸樹脂を加熱硬化させ、加熱硬化後に室温まで冷却する工程等が行われるものであるが、以下においては、気密検査工程の前に行われるこれらの工程についての説明は省略する。

10

【0030】

法規検査の最終工程である気密検査工程において行われる内容について以下に説明する。まず、図1に示されるバルブ50aを開き、常温ガス供給装置50から常温ガスを供給し、常温ガスを高圧タンク100内に急速に充填する。高圧タンク100内に常温ガスが充填されるため、高圧タンク100内の温度は上昇する。高圧タンク100内の温度が所定の温度以上(例えばライナー10のガラス転移温度以上)となるように、常温ガスは充填されていく。

20

【0031】

次に、バルブ60aを開いて低温ガス供給装置60から低温ガスを供給し、常温ガスと混合させた混合ガスを高圧タンク100内に充填する。そして、高圧タンク100内の温度が温度センサ(図示せず)によって監視された状態で、高圧タンク100内の温度が、ライナー10のガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間の温度に維持されるように、混合ガスが高圧タンク100内に充填される。なお、エポキシ樹脂のガラス転移温度としては、約130である。

30

【0032】

そして、高圧タンク100内の温度を、ライナー10のガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間に維持した状態で、10~20分間保持する。つまり、高圧タンク100内の温度がライナー10のガラス転移温度以上となっている雰囲気下で、ライナー10の内部を、高圧タンク100の外部よりも高圧にして保持する。

【0033】

最後に、所定時間経過後、高圧タンク100の内部に充填された常温ガス又は低温ガスを高圧タンク100の外部に放出する。

【0034】

以上の工程によれば、気密検査工程にてライナー10を変形させることができる。上述したように、気密検査工程の前の工程では、ライナー10及び繊維強化樹脂層20を加熱硬化させた後、冷却させたときに、ライナーと繊維強化樹脂層との間には隙間が生じるものであるが、本実施形態によれば気密検査工程にてライナー10を変形させることができるため、気密検査工程の前の工程において生じた隙間を減少させることができる。

40

【0035】

また本実施形態では、上述したようにライナー10の材料として、エポキシ樹脂のガラス転移温度より低いガラス転移温度をもつ材料を用いている。そして、このライナー10を用いて、ライナー10のガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間の温度になるように、高圧タンク100内の温度を保つ工程を備えているため、ライナー10を径方向外側に、換言すればライナー10を繊維強化樹脂層20が設けられる方向に変形さ

50

せることができる。このため、ライナー 10 と繊維強化樹脂層 20 との間の隙間を低減させることができるため、高圧タンク 100 の強度を向上させることができる。

【0036】

また本実施形態における高圧タンク 100 の製造工程は、従来工程においても必要な気密検査工程にて行われるものであるため、高圧タンク 100 の製造工程を増やさずに、ライナー 10 と繊維強化樹脂層 20 との間の隙間を減少させることができる。その結果、工程が増えることによるコストの増加や工程時間の増加を抑えることができる。

【0037】

続いて、図 2 を参照しながらライナー 10 の変形量について説明する。図 2 はライナー 10 の変形量を説明するためのグラフである。図 2 のグラフの横軸は時間を表し、図 2 のグラフの縦軸はライナー 10 の変形量（歪）を表している。

10

【0038】

図 2 に表すように、本実施形態による高圧タンク 100 の製造を行った場合、ライナー 10 の変形量は短時間で増大する（図 2 の「高温」線）。図 2 の「高温」線では、ライナー 10 のガラス転移温度とエポキシ樹脂のガラス転移温度との間の温度を 70 度とした結果を表している。

【0039】

また図 2 では、比較のために、ライナー 10 内の温度を常温に維持したまま高圧タンク 100 の製造を行った場合のライナー 10 の変形量を表している（図 2 の「常温」線）。常温に維持した場合、時間経過に伴うライナー 10 の変形量は小さく、ほぼ一定の状態となっている。

20

【0040】

図 2 から明らかなように、ライナー 10 内の温度を高温（例えば 70 ）に維持して高圧タンク 100 の製造をする方が、ライナー 10 内の温度を常温に維持して高圧タンク 100 の製造をする場合よりも、短時間でライナー 10 の変形量を大きくすることができる。具体的に常温の場合と高温の場合とを比較すると、高温の場合の方がライナー 10 の変形量が 5 倍以上となっている。

【0041】

本実施形態によれば、ライナー 10 の変形量、より詳細にはライナー 10 の塑性変形量及びライナー 10 のクリープ変形量を増加させることができる。ライナー 10 の塑性変形量を増加させるためには、より大きな負荷圧力をかける必要があるが、本実施形態では、過大な負荷圧力が不要であるため、高圧タンク 100 の損傷や高圧タンク 100 の寿命を縮めることを抑えることができる。また、クリープ変形量を増加させるためにはより長時間が必要であるが、本実施形態では、短時間でクリープ変形量を増加させることができるため、製造工程時間が長くなることによる余剰な設備投資を抑えることができる。

30

【0042】

続いて、図 3 を参照しながら高圧タンク 100 の極低温下での発生応力について説明する。図 3 は、従来手法の極低温下での発生応力と本発明手法の極低温下での発生応力とを比較した図である。図 3 のグラフの縦軸は、極低温下での発生応力の大きさを表している。

40

【0043】

図 3 に表されるように、本発明手法を用いて製造された高圧タンク 100 における極低温下での発生応力と、従来手法を用いて製造された高圧タンク 100 における極低温下での発生応力とを比較すると、本発明手法の方が、極低温下での発生応力を大幅に低減（従来比の約 70 %）させることができている。これは、本発明手法は、ライナー 10 と繊維強化樹脂層 20 との間の隙間を、従来手法よりも低減させることができるためである。このように本発明手法は極低温下での発生応力を低減させることができるため、極寒地域でも高圧タンク 100 を高速巡回させることができる。

【0044】

以上、本発明の実施形態を説明したが、これは本発明の説明のための例示であって、本

50

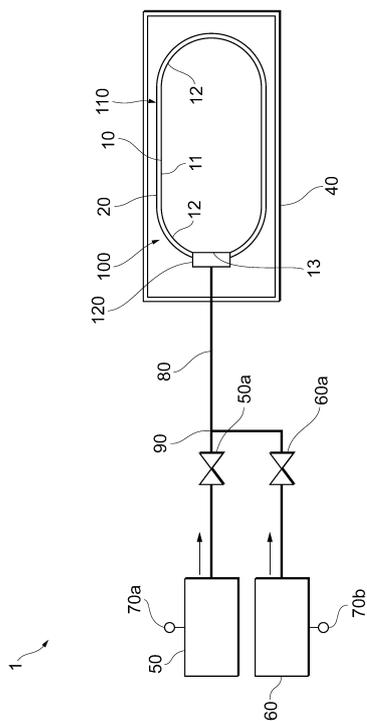
発明の範囲をこの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、他の種々の実施形態でも実施することが可能である。

【符号の説明】

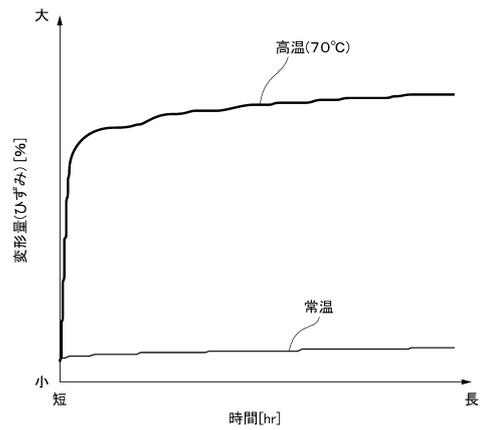
【 0 0 4 5 】

- 1 高圧タンク製造装置
- 10 ライナー
- 20 繊維強化樹脂層
- 40 密閉容器
- 50 常温ガス供給装置
- 60 低温ガス供給装置
- 100 高圧タンク
- 110 タンク本体

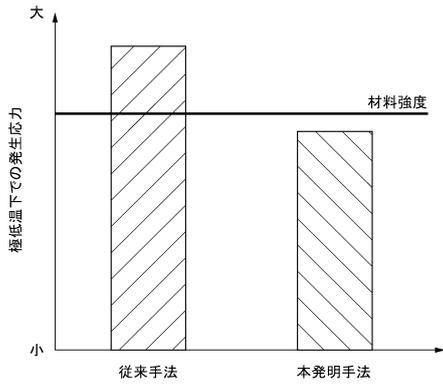
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 9 K 105/08 (2006.01) B 2 9 K 105:08  
B 2 9 L 22/00 (2006.01) B 2 9 L 22:00

(56)参考文献 特開2011-089620(JP,A)  
特開2008-032088(JP,A)  
特開平10-231998(JP,A)  
特開2003-275228(JP,A)  
特開平11-157005(JP,A)  
米国特許第04925044(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 1 7 C 1 / 0 6  
B 2 9 C 7 0 / 3 2  
B 6 5 D 9 0 / 0 4  
F 1 7 C 1 / 0 0  
B 2 9 K 1 0 1 / 1 0  
B 2 9 K 1 0 5 / 0 8  
B 2 9 L 2 2 / 0 0