

(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2017-3105  
(P2017-3105A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>F 1 6 L</b>	<b>11/08</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 L	11/08	B	3 H 1 1 1		
<b>B 3 2 B</b>	<b>1/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 3 2 B	1/08	B	4 F 1 0 0		
<b>B 3 2 B</b>	<b>5/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B 3 2 B	5/24		4 L 0 4 6		
<b>D 0 4 C</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	D 0 4 C	1/02				
<b>D 0 4 C</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	D 0 4 C	1/06	Z			

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-20574 (P2016-20574)  
 (22) 出願日 平成28年2月5日(2016.2.5)  
 (31) 優先権主張番号 特願2015-116763 (P2015-116763)  
 (32) 優先日 平成27年6月9日(2015.6.9)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(出願人による申告)平成25年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託事業、「水素利用技術研究開発事業、燃料電池自動車及び水素ステーション用低コスト機器・システム等に関する研究開発、水素ステーションの高圧水素用ホースとシールシステムに関する研究開発」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000006714  
 横浜ゴム株式会社  
 東京都港区新橋5丁目36番11号  
 (74) 代理人 110001368  
 清流国際特許業務法人  
 (74) 代理人 100129252  
 弁理士 昼間 孝良  
 (74) 代理人 100155033  
 弁理士 境澤 正夫  
 (74) 代理人 100138287  
 弁理士 平井 功  
 (72) 発明者 石井 克昌  
 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

最終頁に続く

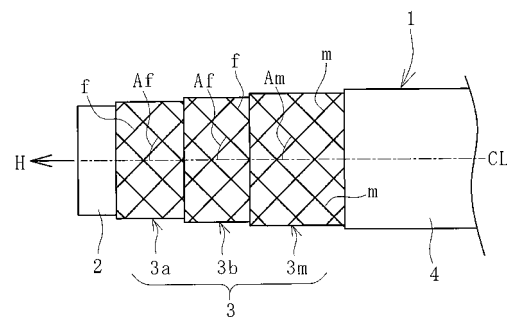
(54) 【発明の名称】 水素充填用ホース

(57) 【要約】

【課題】ホース金具を加締める部分での補強層の乱れおよび内圧による寸法変化を抑制しつつ耐圧性および耐久性を向上させることができる水素充填用ホースを提供する。

【解決手段】90°での乾燥水素ガスのガス透過係数が $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下の熱可塑性樹脂製の内面層2と、熱可塑性樹脂製の外面層4との間に、少なくとも2層の補強層3を同軸状に積層し、補強層3のうち最外周に金属ワイヤmを編組して形成されたワイヤブレード層3mを用い、その他の補強層3にPBO繊維等の高強度繊維fを編組して形成された繊維ブレード層3a、3bを用いた。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

同軸状に積層された内面層と外面層との間に、少なくとも 2 層の補強層が同軸状に積層され、前記内面層が 90° における乾燥水素ガスのガス透過係数が  $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$  以下の熱可塑性樹脂により形成され、前記外面層が熱可塑性樹脂により形成された水素充填用ホースにおいて、

前記補強層のうち最外周の補強層が金属ワイヤを編組して形成されたワイヤブレード層であり、その他の補強層が高強度繊維を編組して形成された繊維ブレード層であることを特徴とする水素充填用ホース。

**【請求項 2】**

前記内面層の層厚が 0.5 mm 以上 1.5 mm 以下であり、内径が 5 mm 以上 9 mm 以下である請求項 1 に記載の水素充填用ホース。

**【請求項 3】**

前記金属ワイヤの線径が 0.25 mm 以上 0.4 mm 以下であり、その編組角度が 45° 以上 55° 以下であり、前記ワイヤブレード層の編組密度が 70% 以上である請求項 1 または 2 に記載の水素充填用ホース。

**【請求項 4】**

前記繊維ブレード層が少なくとも 2 層であり、これら繊維ブレード層を構成する前記高強度繊維の線径が 0.25 mm 以上 0.30 mm 以下であり、最内周の繊維ブレード層の編組角度が 45° 以上 55° 以下であり、2 番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が 50° 以上 60° 以下である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の水素充填用ホース。

**【請求項 5】**

前記金属ワイヤの線径が 0.25 mm 以上 0.4 mm 以下であり、その編組角度が 55° 超 60° 以下であり、前記ワイヤブレード層の編組密度が 70% 以上である請求項 1 または 2 に記載の水素充填用ホース。

**【請求項 6】**

前記繊維ブレード層が少なくとも 3 層であり、これら繊維ブレード層を構成する前記高強度繊維の線径が 0.25 mm 以上 0.30 mm 以下であり、最内周の繊維ブレード層の編組角度が 43° 以上 55° 以下であり、2 番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が 45° 以上 55° 以下であり、3 番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が 50° 以上 60° 以下である請求項 1、2 または 5 のいずれかに記載の水素充填用ホース。

**【請求項 7】**

前記高強度繊維がポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール (PBO) 繊維である請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の水素充填用ホース。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、水素充填用ホースに関し、さらに詳しくは、ホース金具を加締める部分での補強層の乱れおよび内圧による寸法変化を抑制しつつ、耐圧性および耐久性を向上させることができる水素充填用ホースに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

近年、燃料電池自動車等の開発が盛んに行なわれている。これに伴って、水素ステーションに設置されたディスペンサから燃料電池自動車等に水素ガスを充填するホースの開発も進められている。この水素充填用ホースには、優れた耐水素ガス透過性が求められる。また、燃料電池自動車等の走行距離を長くするには、高圧で水素ガスを燃料タンクに充填する必要があるため、水素充填用ホースには、70 MPa 以上の高い内圧に耐え得る実用性が必要とされている。ホースの耐圧性を向上させるには補強層を強化することが一般的な手法であるが、補強層の構成部材として金属製の補強材を採用すると水素によって脆化するためホースの耐用期間が短くなることが懸念される。そこで、すべての補強材をポリ

10

20

30

40

50

パラフェニレンベンズビスオキサゾール（PBO）繊維を編組して形成することが提案されている（特許文献1、2参照）。

【0003】

このホースの端部には、ニップルとソケットからなるホース金具が取り付けられる。ホース金具をホースに取り付ける際には、一般的に、ニップルとソケットとの間にホースの端部を挟んだ状態にして、ソケットの外周面を加圧してソケットを縮径変形させて加締めしている。上記のような水素充填用ホースには高い耐圧性が求められるため、ホース金具の耐抜け性、シール性も相応に向上させる必要があり、これに伴い加締め力が増大する。加締め力が過大になると、補強層（特に最外周の補強層）の編組構造が乱れる。また、ホースを流れる水素が高圧になるに連れてホースの寸法変化（拡張および軸方向収縮、或いは縮径および軸方向伸長）の量が増大するため、ホース金具によって加締めた部分の補強層の編組構造が乱れ易くなる。このような編組構造の乱れはホースの耐圧性や耐久性を低下させる要因になる。

10

【0004】

また、水素が高圧になる程、内面層はより大きな内圧を受けるので寸法変化（拡張変形など）し易くなる。水素に接する内面層は氷点下の低温（例えばマイナス40程度）になるので脆くなり、寸法変化量が小さくても損傷が生じ易くなる。それ故、ホースの耐圧性や耐久性を向上させるにはホースの寸法変化を抑える必要がある。

【0005】

PBO繊維を編組して形成された繊維補強層を備えたホースは優れた耐圧性、耐久性を有している。しかしながら、補強層がこのような高強度繊維を編組した繊維補強層のみで構成されたホースでは、流れる水素が従来よりも高圧になると十分な耐圧性、耐久性を確保することが難しくなる。内面層の寸法変化を抑えることも難しくなるため、改良が望まれている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-31993号公報

【特許文献2】特開2011-158054号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、ホース金具を加締める部分での補強層の乱れおよび内圧による寸法変化を抑制しつつ、耐圧性および耐久性を向上させることができる水素充填用ホースを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため本発明の水素充填用ホースは、同軸状に積層された内面層と外面層との間に、少なくとも2層の補強層が同軸状に積層され、前記内面層が90における乾燥水素ガスのガス透過係数が $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下の熱可塑性樹脂により形成され、前記外面層が熱可塑性樹脂により形成された水素充填用ホースにおいて、前記補強層のうち最外周の補強層が金属ワイヤを編組して形成されたワイヤブレード層であり、その他の補強層が高強度繊維を編組して形成された繊維ブレード層であることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、内面層が、90における乾燥水素ガスのガス透過係数が $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下である水素ガスバリア性が良好な熱可塑性樹脂により形成されるので、優れた耐水素ガス透過性を得ることができる。また、最外層の補強層がワイヤブレード層なので、ホース端部にホース金具を強く加締めても、繊維ブ

50

レード層の場合に比して編組構造が乱れ難い。そして、ワイヤブレード層の内周側の補強層が高強度繊維を編組して形成された繊維ブレード層なので相応の耐圧性を有している。それ故、ホースを流れる水素が高圧になっても補強層全体の編組構造が乱れ難くなる。

【0010】

したがって、補強層の本来の性能を十分に発揮させることができ、ホースの耐圧性、耐久性を向上させるには有利になる。水素がより高圧になっても補強層によって内面層の寸法変化を抑えることも可能になる。また、水素ガスバリア性が良好な熱可塑性樹脂により内面層を形成し、繊維ブレード層を介在させて最外周の補強層としてワイヤブレード層を配置することで、流れる水素からワイヤブレード層を遠ざけて水素脆化を抑制している。この構造もホースの耐久性向上に寄与している。

10

【0011】

ここで、例えば前記内面層の層厚が0.5mm以上1.5mm以下であり、内径が5mm以上9mm以下である仕様にする。この仕様によれば、内面層の耐久性を確保しつつ、水素の流量を増大させることが可能になる。

【0012】

前記金属ワイヤの線径が0.25mm以上0.4mm以下であり、その編組角度が45°以上55°以下であり、前記ワイヤブレード層の編組密度が70%以上である仕様にすることもできる。この仕様によれば、内圧によるホースの寸法変化を抑えつつホースの柔軟性および金属ワイヤの耐久性を確保し易くなる。

20

【0013】

前記繊維ブレード層が少なくとも2層であり、これら繊維ブレード層を構成する前記高強度繊維の線径が0.25mm以上0.30mm以下であり、最内周の繊維ブレード層の編組角度が45°以上55°以下であり、2番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が50°以上60°以下である仕様にすることもできる。この仕様によれば、内圧によるホースの寸法変化を抑えつつホースの柔軟性および高強度繊維の耐久性を確保し易くなる。

【0014】

或いは、前記金属ワイヤの線径が0.25mm以上0.4mm以下であり、その編組角度が55°超60°以下であり、前記ワイヤブレード層の編組密度が70%以上である仕様にすることもできる。この仕様によれば、内圧によるホースの寸法変化を抑えつつホースの柔軟性および金属ワイヤの耐久性を確保するには益々有利なる。

30

【0015】

前記繊維ブレード層が少なくとも3層であり、これら繊維ブレード層を構成する前記高強度繊維の線径が0.25mm以上0.30mm以下であり、最内周の繊維ブレード層の編組角度が43°以上55°以下であり、2番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が45°以上55°以下であり、3番目に内周側の繊維ブレード層の編組角度が50°以上60°以下である仕様にすることもできる。この仕様によれば、内圧によるホースの寸法変化を抑えつつホースの柔軟性および高強度繊維の耐久性を益々確保し易くなる。

【0016】

前記高強度繊維としては、例えばポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール(PBO)繊維を用いる。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の水素充填用ホースを一部切開して例示する側面図である。

【図2】図1のホースの横断面図である。

【図3】水素ステーションに設置されたディスペンサを例示する説明図である。

【図4】本発明の水素充填用ホースの別の実施形態を一部切開して例示する側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の水素充填用ホースを図に示した実施形態に基づいて説明する。

50

## 【0019】

図1、図2に例示するように、本発明の水素充填用ホース1（以下、ホース1という）は、内周側から順に、内面層2、補強層3（第1繊維ブレード層3a、第2繊維ブレード層3b、ワイヤブレード層3m）、外面層4が同軸状に積層された構造となっている。図1の一点鎖線CLは、ホース軸心を示している。

## 【0020】

内面層2は、90℃における乾燥水素ガスのガス透過係数が $1 \times 10^{-8} \text{cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下である熱可塑性樹脂により形成されている。このガス透過係数は、JIS K7126に準拠して測定した値である。この熱可塑性樹脂としては、ナイロン（ナイロン6、ナイロン66、ナイロン11等）、ポリアセタール、エチレンビニルアルコール共重合体等を例示することができる。

10

## 【0021】

このように水素ガスバリア性が良好な樹脂を内面層2に用いることにより、優れた耐水素ガス透過性を得ることができる。内面層2の内径（即ち、ホース1の内径）は例えば、4.5mm以上12mm以下、より好ましくは5mm以上9mm以下に設定される。内面層2の内径が大きくなる程、水素Hの流量を増大させるには有利になり、内径が小さくなる程、耐圧性を確保するには有利になる。

## 【0022】

内面層2の層厚は例えば、0.5mm以上2.0mm以下、より好ましくは0.5mm以上1.5mm以下に設定される。内面層2の寸法変化を抑制するには層厚を厚くすることが好ましい。一方、ホース1の柔軟性を確保するには、内面層2の層厚を薄くすることが好ましい。内面層2の耐久性を確保しつつ、水素Hの流量を増大させるには、内面層2の層厚を0.5mm以上1.5mm以下、内径を5mm以上9mm以下にするとよい。

20

## 【0023】

外面層4は、熱可塑性樹脂により形成されている。この熱可塑性樹脂としては、ポリウレタン、ポリエステル等を例示することができる。外面層4の層厚は例えば、0.2mm以上1.0mm以下、より好ましくは0.5mm以上0.8mm以下に設定される。外面層4の外径（即ち、ホース1の外径）は例えば、12mm以上18mm以下、より好ましくは15mm以上17mm以下に設定される。外面層4の層厚が大きくなる程、ホース1の耐候性を確保するには有利になり、外径が小さくなる程、柔軟性を確保するには有利になる。ホース1の耐候性と柔軟性を両立させるには、外面層4の層厚および外径を上述した範囲に設定することが好ましい。

30

## 【0024】

補強層3は少なくとも2層設けられ、そのうち最外周の1層は、金属ワイヤmを編組して形成されたワイヤブレード層3mになる。その他の補強層3は、高強度繊維fを編組して形成された繊維ブレード層3a、3bになっている。この実施形態では、補強層3が3層であり、内周側から順に、2層の繊維ブレード層3a、3b、ワイヤブレード層3mを積層して構成されている。繊維ブレード層3a、3bは2層に限らず、1層や3層或いはそれ以上の積層数にすることもできる。

## 【0025】

高強度繊維fとは引張り強度が2GPa以上の繊維である。高強度繊維fとしては、例えばポリパラフェニレンビスピソキサゾール繊維（PBO繊維）、アラミド繊維、炭素繊維等を例示できる。

40

## 【0026】

高強度繊維fの線径は例えば0.25mm以上0.30mm以下である。第1繊維ブレード層3aの編組角度Afは例えば45°以上55°以下であり、第2繊維ブレード層3bの編組角度Afは例えば50°以上60°以下である。第1繊維ブレード層3aの編組角度Afよりも第2繊維ブレード層3bの編組角度Afを大きくする。繊維ブレード層が3層以上存在する場合は、最内周の第1繊維ブレード層3aの編組角度Afを45°以上55°以下とし、第2繊維ブレード層3bおよびその他の繊維ブレード層の編組角度Af

50

を $50^\circ$ 以上 $60^\circ$ 以下にする。そして、外周側に配置される繊維ブレード層になる程、編組角度 $A_f$ を大きく設定する。

【0027】

繊維ブレード層3a、3bの場合は、構成部材となる高強度繊維fが変形した状態（潰れた状態）で編組されるので、編組密度を規定することが難しい。そこで、編組密度に代えて打込み本数（各補強層に巻き付ける高強度繊維fの本数）で規定すると、高強度繊維fを巻き付ける外周面の外径が7mmの場合は、打込み本数は例えば54本～90本となる。高強度繊維fを巻き付ける外周面の外径が10mm、12mmの場合の打込み本数は例えばそれぞれ72本～120本、90本～150本となる。

【0028】

高強度繊維fの線径を0.25mm以上0.30mm以下にすると、内圧によるホース1の寸法変化を抑えつつホース1の柔軟性および高強度繊維fの耐久性を確保し易くなる。

【0029】

金属ワイヤmとしては、例えば鋼線、ステンレス鋼線、ピアノ線等を用いる。金属ワイヤmの線径は例えば0.25mm以上0.4mm以下、より好ましくは0.3mm以上0.35mm以下である。編組角度 $A_m$ は例えば $45^\circ$ 以上 $55^\circ$ 以下であり、ワイヤブレード層3mにおける編組密度 $D_m$ は例えば70%以上100%以下、より好ましくは80%以上95%以下にする。編組密度 $D_m$ とは、ワイヤブレード層3mにおける金属ワイヤmの面積割合を百分率で示すものであり、金属ワイヤmどうしのすき間がゼロの場合は100%になる。

【0030】

金属ワイヤmの線径が小さい程、編組密度 $D_m$ を大きくして、ホース1の耐圧性と柔軟性を適度に両立させることが望ましい。編組密度 $D_m$ が70%未満であると十分な耐圧性を確保することが難しくなる。一方、編組密度 $D_f$ が100%に近づく程、柔軟性が低下するが実用に支障が生じることはない。金属ワイヤmの線径を0.25mm以上0.4mm以下、編組角度 $A_m$ を $45^\circ$ 以上 $55^\circ$ 以下、かつ、ワイヤブレード層3mの編組密度 $D_m$ を70%以上すれば、内圧によるホース1の寸法変化を抑えつつホース1の柔軟性および金属ワイヤmの耐久性を確保し易くなる。

【0031】

図3に例示するように、このホース1が水素ステーションに設置されるディスペンサ5に装備される場合には、ホース両端にホース金具6が加締めて取付けられる。ホース1を通じてディスペンサ5から車両7へ低温（例えばマイナス $40^\circ$ ～マイナス $20^\circ$ ）で高圧（例えば45MPa～87.5MPa）の水素Hが供給、充填される。

【0032】

このホース1によれば、内面層2が、上述したように水素ガスバリア性が良好な熱可塑性樹脂により形成されるので、優れた耐水素ガス透過性を得ることができる。即ち、ホース1を流れる水素Hが内面層2によって十分にバリアされるので、内面層2の外周側に透過する水素Hの量を低減させることができる。

【0033】

また、最外層の補強層がワイヤブレード層3mなので、ホース金具6を強く加締めても、繊維を編組した補強層の場合に比してホース1の加締めた部分の編組構造が乱れ難い。そして、ワイヤブレード層3mの内周側が高強度繊維fを編組して形成された繊維ブレード層3a、3bなので相応の耐圧性を有している。それ故、ホース1を流れる水素Hが高圧になっても補強層3全体の編組構造が乱れ難くなる。

【0034】

このように補強層3を加締めても編組構造が大きく乱れることがないので、補強層3の本来の性能を十分に発揮させることができる。したがって、ホース1の耐圧性、耐久性を向上させるには有利になる。流れる水素Hがより高圧になっても補強層3によって内面層2の寸法変化を抑えることも可能になる。

10

20

30

40

50

## 【0035】

水素Hを車両7に充填する場合には、非常に低温（例えばマイナス40～マイナス20）の水素Hが内面層2に接触して流れるので内面層2は低温脆化する。また、この水素Hは高圧（例えば45MPa～87.5MPa）なので、内面層2にはこの圧力が内圧として作用する。この内圧によって内面層2は寸法変化するが低温脆化しているので、常温では問題とならない小さな寸法変形量であっても、この使用条件では破損する可能性が高くなる。

## 【0036】

さらには、水素Hは最も小さい分子なので、比較的容易に内面層2に侵入することができる。そのため、内面層2の損傷が微小であっても、そこを起点にして水素Hが大量に侵入し、破損が益々大きくなるという悪循環になる。水素Hが流れるホース1にはこのような特有の問題が生じる。

10

## 【0037】

本発明では補強層3として、高強度繊維fを編組して形成した第1繊維ブレード層3a、第2繊維ブレード層3bに加えて、従来採用が見送られていたワイヤブレード層3mを敢えて採用している。そして、内圧によりホース1に作用する負荷は、実質的に第1繊維ブレード層3aおよび第2繊維ブレード層3bが負担する。これにより、上述の特有の問題を解決している。

## 【0038】

そして、ワイヤブレード層3mは、内圧によりホース1に作用する負荷を実質的に負担しない構造にしている。それ故、仮に、ワイヤブレード層3mを構成する金属ワイヤmが水素脆化した場合であっても、ホース1の使用に直ちに支障が生じることはない。

20

## 【0039】

補強層3の最外周の1層のみをワイヤブレード層3mにして、その他の補強層3は繊維ブレード層3a、3bにしているので、ホース1の柔軟性も十分に確保している。このように、内圧によりホース1に作用する負荷をワイヤブレード層3mが実質的に負担する構造ではないので、ワイヤブレード層3mを多層にして設ける必要がなく、ホース1の柔軟性だけでなく軽量化にも寄与している。

## 【0040】

図4に例示するホース1の実施形態では、補強層3が4層であり、内周側から順に、3層の繊維ブレード層3a、3b、3c、ワイヤブレード層3mを積層して構成されている。

30

## 【0041】

高強度繊維fの線径は例えば0.25mm以上0.30mm以下である。第1繊維ブレード層3aの編組角度Afは例えば43°以上55°以下であり、第2繊維ブレード層3bの編組角度Afは例えば45°以上55°以下であり、第3繊維ブレード層3cの編組角度Afは例えば50°以上60°以下である。第1繊維ブレード層3aの編組角度Afよりも第2繊維ブレード層3bの編組角度Afを大きく、第2繊維ブレード層3bの編組角度Afよりも第3繊維ブレード層3cの編組角度Afを大きくするとよい。例えば、第1繊維ブレード層3aの編組角度Afと第2繊維ブレード層3bの編組角度Afとの差は4°以上、第2繊維ブレード層3bの編組角度Afと第3繊維ブレード層3cの編組角度Afとの差を4°以上にするとよい。

40

## 【0042】

繊維ブレード層3a、3b、3cは、編組密度に代えて打込み本数（各補強層に巻き付ける高強度繊維fの本数）で規定すると、高強度繊維fを巻き付ける外周面の外径が7mの場合、打込み本数は例えば54本～90本となる。高強度繊維fを巻き付ける外周面の外径が10mm、12mmの場合の打込み本数は例えばそれぞれ72本～120本、90本～150本となる。

## 【0043】

金属ワイヤmの線径は例えば0.25mm以上0.4mm以下、より好ましくは0.3

50

mm以上0.35mm以下である。編組角度 $A_m$ は例えば $55^\circ$ 超 $60^\circ$ 以下であり、ワイヤブレード層3mにおける編組密度 $D_m$ は例えば70%以上100%以下、より好ましくは80%以上95%以下にする。

【0044】

この実施形態は先の実施形態に比して、金属ワイヤmの編組角度 $A_m$ が大きくなっていると同時に、静止角度( $54.7^\circ$ )以上に設定されている。また、繊維ブレード層3a、3b、3cの層数がより多く設定されていて、これら繊維ブレード層3a、3b、3cの編組角度 $A_f$ の設定も異なっている。

【0045】

この仕様の相違に起因して、この実施形態のホース1は先の実施形態のホース1に比して破壊圧が向上する。また、ホース1に内圧が作用した際の寸法変化率がより小さくなって寸法安定性がさらに向上し、内面層2の歪みも低減させることができる。

10

【0046】

詳述すると、ホース1に内圧が作用した際には、編組角度 $A_f$ が実質的に静止角度以下に設定されている第1繊維ブレード層3aおよび第2繊維ブレード層3bは、その編組角度 $A_f$ が静止角度に近づこうとして拡張し、作用した内圧を第3繊維ブレード層3cおよびワイヤブレード層3mに効率的に伝える。これにより、特定の補強層3が過度の耐圧負担をすることなく、それぞれの補強層3(3a、3b、3c、3m)の性能をバランスよく機能させることが可能になる。これに加えて、繊維ブレード層3a、3b、3cの層数が増加し、かつ、所定の編組角度 $A_f$ に設定していることの相乗効果によってホース1の破壊圧が向上する。

20

【0047】

また、金属ワイヤmの編組角度 $A_m$ が静止角度( $54.7^\circ$ )以上になっているので、ホース1に内圧が作用した際には、編組角度 $A_m$ は静止角度に近づこうとしてワイヤブレード層3mがホース1の拡張を抑制する。その結果、ホース1の寸法変化率が小さくなり、内面層2の歪み(拡張変化)も効果的に低減させることができる。これに伴い、ホース1の耐久性が向上して耐用期間を長くするには益々有利になる。

【0048】

ホース1に水素が流れている際には、内面層2が氷点下以下の低温になるため内面層2が低温脆化して損傷し易い状態となる。それ故、この実施形態のように内面層2の拡張変形を十分に抑えることが可能であればホース1としては極めて実用性が高くなる。

30

【0049】

また、内圧作用時のホース1の寸法変化率が低減してホース1の長手方向の変化が抑制されると、ディスペンサ5から車両7へ水素Hを供給、充填している最中に、ホース1には長手方向の不要な力が発生し難くなる。これに伴い、ホース1とホース金具6と接続状態に不具合を生じさせようとする力の発生を防止するにも有利になる。

【実施例】

【0050】

図1に例示したホースと同様の構造の解析モデルを、表1に示すように補強層の仕様のみを変えて4種類(実施例1~3、比較例)作製し、補強層の乱れ、内面層の拡張変化量(寸法変化量)を解析評価した。表1の第1層是最内周層、第2層は第1層の外周面に積層された層、第3層是最外周層を意味している。内面層の90における乾燥水素のガス透過係数は $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下である。また、この4種類について試験サンプルを作製して同一仕様のホース金具を同一の加締め力によりホース端部に加締め取付けたホースアセンブリの耐圧性を評価した。耐圧性試験は、JIS K 6330-2に記載の方法に準拠して破壊圧を測定したものである。これらの評価結果を表1に示す。破壊圧は比較例を基準の100として指数評価した。指数が大きい程、耐圧性がよいことを示す。破壊モードも併せて記載した。

40

【0051】

[補強層の乱れ]

50

同一仕様のホース金具を同一加締め力でホース端部に加締めて取り付け、ホース内圧を80MPaにした場合の最外周の補強層の加締められた部分のブレード構造の乱れ具合(上下変動量)を、比較例を基準の100として指数評価した。指数が小さい程、乱れ具合が少ないことを示す。

【0052】

[内面層の拡張変化量]

上記の補強層の乱れの評価と同じ条件下における内面層の内径の拡張変化量を、比較例を基準の100として指数評価した。指数が小さい程、拡張変化量が少ないことを示す。

【0053】

【表 1】

		実施例			比較例	
		1	2	3		
内面層	材質	ナイロン6		ナイロン11		
		層厚：1.0mm 内径：8.0mm				
外面層		材質：ポリエステル 層厚：0.8mm 外径：16mm				
補強層	第1層	線材の材質				10
		PBO繊維				
		線径 (mm)				
		0.28				
		編組角度 (°)				
		46				
		打込み本数				
		96	96	96	96	
	第2層	線材の材質				20
		PBO繊維				
		線径 (mm)				
		0.28				
		編組角度 (°)				
		51				
		打込み本数				
		108	96	96	96	
	第3層	線材の材質				30
		鋼線			PBO繊維	
		線径 (mm)				
		0.35			0.28	
		編組角度 (°)				
		50	51	53	56	
		編組密度 (%)			打込み本数	
		82	82	82	96	
補強層の乱れ (指数)		85	90	90	100	40
内面層の拡張変化量 (指数)		70	75	75	100	
破壊圧 (指数)		100	105	105	100	
破壊モード		ホース本体破壊			金具付根破壊	

【0054】

表1の結果から、実施例1～3は比較例に比して最外周の補強層の編組構造の乱れが小 50

さく、内面層の拡張変化量が小さいことが分かる。また、実施例 1 ~ 3 のホースは、破壊モードがホース本体破壊であり補強層の本来の性能を十分に発揮することができ、優れた耐圧性を有することが確認できた。

【 0 0 5 5 】

次に表 2 に示すように、補強層を内周側から第 1 繊維ブレード層、第 2 繊維ブレード層、ワイヤブレード層とした上述の試験サンプル（実施例 3）に加えて、補強層を第 1 繊維ブレード層、第 2 繊維ブレード層、第 3 繊維ブレード層、ワイヤブレード層にして、補強層の仕様のみを表 2 のように異ならせた 3 種類の試験サンプル（実施例 4 ~ 6）を作製して合計 4 種類の試験サンプルについて、同一仕様のホース金具を同一の加締め力によりホース端部に加締め取付けたホースアセンブリの耐圧性、ホースの加圧時の寸法変化（長さ変化率と外径変化率）および内面層の拡張変化量を評価した。内面層の 90 における乾燥水素のガス透過係数は  $1 \times 10^{-8} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$  以下であった。耐圧性試験は、JIS K 6330 - 2 に記載の方法に準拠して破壊圧を測定したものである。これらの評価結果を表 2 に示す。それぞれの評価結果は実施例 3 を基準の 100 として指数評価した。指数が大きい程、耐圧性に優れていることを示し、指数が小さい程、寸法変化率、拡張変化量が小さいことを示す。

【 0 0 5 6 】

【表 2】

		実施例			
		3	4	5	6
内面層	材質	ナイロン11			
		層厚：1.0mm 内径：8.0mm			
外面層		材質：ポリエステル 層厚：0.8mm 外径：16mm			
補強層	第1繊維ブレード層	線材の材質			
		PBO繊維			
		線径 (mm)			
		0.28			
		編組角度 (°)			
		46	43	47	53
	打込み本数				
	96	96	96	96	
	第2繊維ブレード層	線材の材質			
		PBO繊維			
		線径 (mm)			
		0.28			
		編組角度 (°)			
		51	48	50	55
	打込み本数				
	96	96	96	96	
	第3繊維ブレード層	線材の材質			
		PBO繊維			
		線径 (mm)			
		0.28			
		編組角度 (°)			
		—	52	56	55
	打込み本数				
	—	96	96	96	
ワイヤブレード層	線材の材質				
	鋼線				
	線径 (mm)				
	0.35				
	編組角度 (°)				
	53	56	57	57	
編組密度 (%)					
82	82	82	82		
破壊圧 (指数)		100	160	160	110
ホース長さ変化率 (指数)		100	90	50	10
ホース外径変化率 (指数)		100	75	40	25
内面層の拡張変化量 (指数)		100	80	50	30

10

20

30

40

表 2 の結果から、実施例 4 ~ 6 は実施例 3 に比して耐圧性に優れ、ホースの加圧時の寸法変化（長さ変化率と外径変化率）および内面層の拡張変化量が小さいことが分かる。尚、ホース加圧時の内面層の拡張変化量（歪み）を抑制するとホース耐用期間が長くなることが分かっており、内面層の拡張変化量が 30% 程度低減するとホース耐用期間が 1.5 倍以上になることも把握できた。それ故、実施例 4 ~ 6 によれば、実施例 3 に比してホース耐用期間が大幅に向上する。

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

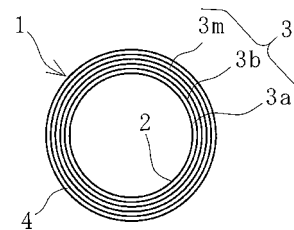
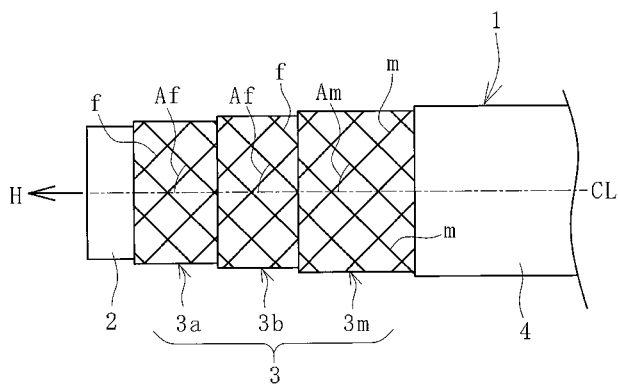
- 1 水素充填用ホース
- 2 内面層
- 3 補強層
- 3 a 第 1 繊維ブレード層
- 3 b 第 2 繊維ブレード層
- 3 c 第 3 繊維ブレード層
- 3 m ワイヤブレード層
- 4 外面層
- 5 ディスペンサ
- 6 ホース金具
- 7 車両
- f 高強度繊維
- m 金属ワイヤ
- C L ホース軸心

10

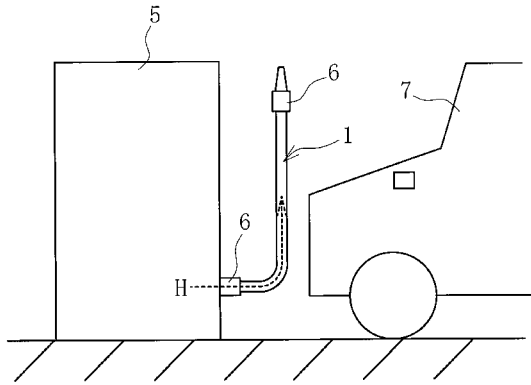
20

【 図 1 】

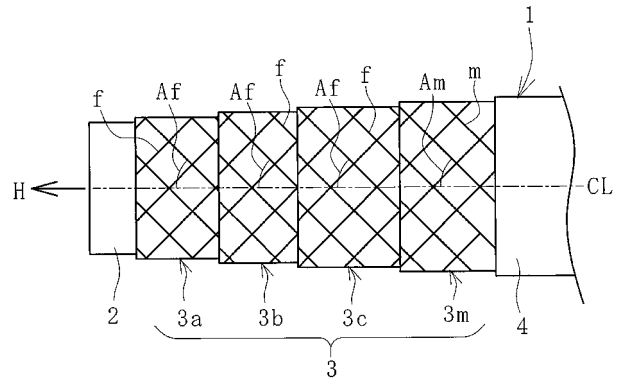
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 遊佐 郁真

神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

(72)発明者 柴野 宏明

神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

Fターム(参考) 3H111 AA02 BA15 BA18 BA25 BA29 BA34 CB06 CB14 CC02 DA08

DB08 DB10

4F100 AB01C AK01A AK01B AK01D AK31B AK41B AK48A DA11 DG13C DG13D

DG14C DG14D GB51 JB16A JB16B JD02A JL00 JL04 YY00C

4L046 AA01 AA24 AA25 BA00 BA06 BB00