

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7574809号
(P7574809)

(45)発行日 令和6年10月29日(2024.10.29)

(24)登録日 令和6年10月21日(2024.10.21)

(51)国際特許分類

F I

F 1 7 C 1/06 (2006.01)

F 1 7 C 1/06

F 1 6 J 12/00 (2006.01)

F 1 6 J 12/00

A

請求項の数 4 (全12頁)

(21)出願番号	特願2022-5772(P2022-5772)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和4年1月18日(2022.1.18)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2023-104646(P2023-104646	(74)代理人	愛知県豊田市トヨタ町1番地
	A)		110000028
(43)公開日	令和5年7月28日(2023.7.28)		弁理士法人明成国際特許事務所
審査請求日	令和5年7月18日(2023.7.18)	(72)発明者	飯田 康博
			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	小原 一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 タンクの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体を内部に収容するためのタンクの製造方法であって、
中心軸を有する円筒形状の胴体部と、前記胴体部の両端に配置されたドーム部と、を有するライナーを準備する工程と、
前記ライナー上に、繊維を含む補強層を形成する工程と、を備え、
前記補強層を形成する工程は、前記胴体部上にフープ層を形成する工程と、前記フープ層上と前記ドーム部上とに亘ってヘリカル層を形成する工程と、を有し、
前記フープ層を形成する工程は、フープ本体層と、前記フープ本体層に接続され、前記中心軸に沿った軸方向における端部に位置するフープ端部層と、を形成する工程を有し、
前記フープ端部層は、
前記フープ本体層よりも前記胴体部の径方向外側に突出する形状であり、前記径方向の最も外側に位置する頂点部と、前記頂点部から前記ドーム部の外表面に向かって延び、前記外表面の形状に沿った斜面とを有し、
前記斜面は、
前記ライナーとは異なる部材にシート繊維が巻回された後に、前記ライナーとは異なる前記部材が抜かれた筒状部材の形状が前記フープ層の形状となるように加工が行われることで形成される、タンクの製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載のタンクの製造方法であって、

前記中心軸を通り、前記中心軸に平行な面で前記タンクを切断したときの断面において、前記斜面の距離は、前記ヘリカル層の形成に用いられる繊維束の幅以上である、タンクの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のタンクの製造方法であって、

前記径方向における前記頂点部と前記胴体部の外表面との距離は、前記フープ本体層の厚みの 1.05 倍以上 1.10 倍以下である、タンクの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のタンクの製造方法であって、

前記斜面および前記ドーム部の外表面は、等張力曲面を形成する、タンクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、流体を内部に収容するためのタンクの技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、天然ガス自動車や燃料電池自動車などに用いられる燃料を貯蔵するタンクが知られている（特許文献 1）。従来のタンクは、ライナーと、ライナー上に配置された補強層とを有する。補強層は、ライナーのストレート部に配置されたシート層（フープ層とも呼ぶ。）と、シート層上とライナーのドーム部に配置されるヘリカル層と、を有する。ヘリカル層は、繊維をシート層上とドーム部にヘリカル巻きすることで形成される。シート層の両端部は、ドーム部の外表面に沿った形状に加工されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016-223569 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ヘリカル層を形成するためのヘリカル巻きは、繊維に張力をかけた状態で行われるが、従来の技術では、シート層の両端部上では所望の張力をかけることができない場合が生じ得る。この場合、シート層とヘリカル層との間に隙間が形成されて、タンクの強度が向上できない場合が生じ得る。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

（1）本開示の第 1 形態によれば、流体を内部に収容するためのタンクが提供される。このタンクは、中心軸を有する円筒形状の胴体部と、前記胴体部の両端に配置されたドーム部と、を有するライナーと、前記ライナー上に配置された、繊維を含む補強層と、を備え、前記補強層は、前記胴体部上に配置されたフープ層と、前記フープ層上と前記ドーム部上に亘って配置されたヘリカル層と、を有し、前記フープ層は、フープ本体層と、前記フープ本体層に接続され、前記中心軸に沿った軸方向における端部に位置するフープ端部層と、を有し、前記フープ端部層は、前記フープ本体層よりも前記胴体部の径方向外側に突出する形状であり、前記径方向の最も外側に位置する頂点部と、前記頂点部から前記ドーム部の外表面に向かって延び、前記外表面の形状に沿った斜面とを有する。この形態によれば、フープ端部層がフープ本体層よりも径方向外側に突出する形状であることで、斜面の軸方向に対する傾斜の程度を、フープ端部層がフープ本体層よりも径方向外側に突出していない形状である場合よりも大きくできる。これにより、フープ端部層の斜面上にヘリカル巻きによって繊維を巻回させる場合に、繊維をフープ端部層側に押し付ける力が分

10

20

30

40

50

散することを抑制できるため、繊維に所望の張力をかけることができる。これにより、所望の張力に応じた繊維のフープ端部層側への押圧力によってヘリカル層とフープ層との密着の程度を向上できるので、ヘリカル層とフープ層（特にフープ端部層）との間に隙間が生じる可能性を低減できる。

（２）上記形態において、前記中心軸を通り、前記中心軸に平行な面で前記タンクを切断したときの断面において、前記斜面の距離は、前記ヘリカル層の形成に用いられる繊維束の幅以上であってもよい。この形態によれば、ヘリカル巻きの際に繊維束にかけた所望の張力に応じた押圧力のより多くを斜面に加えることができるので、ヘリカル層とフープ端部層との密着の程度を向上できる。よって、ヘリカル層とフープ層（特にフープ端部層）との間に隙間が生じる可能性をさらに低減できる。

10

（３）上記形態において、前記径方向における前記頂点部と前記胴体部の外表面との距離は、前記フープ本体層の厚みの１．０５倍以上１．１０倍以下であってもよい。この形態によれば、斜面の軸方向に対する傾斜の程度を、ヘリカル巻きの際に繊維をフープ端部層側に押し付ける力が分散することを抑制できる程度に大きくできると共に、径方向外側へのフープ端部層の突出の程度を抑制することでヘリカル層のひずみ発生を抑制できる。

（４）上記形態において、前記斜面および前記ドーム部の外表面は、等張力曲面を形成していてもよい。この形態によれば、斜面上およびドーム部の外表面上に形成された補強層の繊維にかかる張力の偏りを低減できるので、タンクの強度をさらに向上できる。

（５）上記形態において、前記フープ層は、前記ライナーとは異なる部材に前記繊維を巻き付けて形成された筒状部材によって形成されていてもよい。この形態によれば、フープ層を筒状部材によって容易に形成できる。

20

また、本開示は、以下の形態として実現できる。

（６）本開示の第２形態によれば、流体を内部に収容するためのタンクの製造方法が提供される。このタンクの製造方法は、中心軸を有する円筒形状の胴体部と、前記胴体部の両端に配置されたドーム部と、を有するライナーを準備する工程と、前記ライナー上に、繊維を含む補強層を形成する工程と、を備え、前記補強層を形成する工程は、前記胴体部上にフープ層を形成する工程と、前記フープ層上と前記ドーム部上とに亘ってヘリカル層を形成する工程と、を有し、前記フープ層を形成する工程は、フープ本体層と、前記フープ本体層に接続され、前記中心軸に沿った軸方向における端部に位置するフープ端部層と、を形成する工程を有し、前記フープ端部層は、前記フープ本体層よりも前記胴体部の径方向外側に突出する形状であり、前記径方向の最も外側に位置する頂点部と、前記頂点部から前記ドーム部の外表面に向かって延び、前記外表面の形状に沿った斜面とを有し、前記斜面は、前記ライナーとは異なる部材にシート繊維が巻回された後に、前記ライナーとは異なる前記部材が抜かれた筒状部材の形状が前記フープ層の形状となるように加工が行われることで形成される。

30

（７）上記形態において、前記中心軸を通り、前記中心軸に平行な面で前記タンクを切断したときの断面において、前記斜面の距離は、前記ヘリカル層の形成に用いられる繊維束の幅以上であってもよい。

（８）上記形態において、前記径方向における前記頂点部と前記胴体部の外表面との距離は、前記フープ本体層の厚みの１．０５倍以上１．１０倍以下であってもよい。

40

（９）上記形態において、前記斜面および前記ドーム部の外表面は、等張力曲面を形成していてもよい。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】タンクの断面図。

【図２】タンクをさらに説明するための図。

【図３】タンクの製造方法を示す工程図。

【図４】工程Ｐ１０の説明図。

【図５】引き抜き工程によってマンドレルが抜かれた加工前フープ層の断面図。

【図６】配置前フープ層の断面図。

50

【図 7】胴体部上にフープ層が形成された様子を示す模式図。

【図 8】低角度ヘリカル巻きを説明するための図。

【図 9】高角度ヘリカル巻きを説明するための図。

【図 10】参考例のタンクを説明するための図。

【図 11】ヘリカル層形成工程をさらに説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

A. 実施形態：

図 1 は、本実施形態のタンク 10 の断面図である。図 1 は、タンク 10 の胴体部 42 の中心軸 AX を通り、中心軸 AX に平行な面でタンク 10 を切断したときの断面（所定断面）を示している。タンク 10 は、高圧の流体を内部に收容するために用いられる。本実施形態では、タンク 10 は、燃料電池自動車などに用いられる高圧の燃料ガスを收容する。タンク 10 は、ライナー 40 と、ライナー 40 上に配置された補強層 50 と、第 1 口金部 14 と、第 2 口金部 15 とを備える。第 1 口金部 14 は、タンク 10 の内部と外部とを連通させる開口部 14a を備える。第 2 口金部 15 は、開口部 14a を備えていない。

【0009】

ライナー 40 は、内部に流体を收容するための收容室 25 を形成する中空容器である。ライナー 40 は、例えば、ポリアミド樹脂などのガスバリア性を有する樹脂によって形成されている。なお、ライナー 40 は、樹脂に代えて、金属によって形成されてもよい。ライナー 40 は、中心軸 AX を有する円筒形状の胴体部 42 と、胴体部 42 の両端に配置された一対のドーム部 44、46 とを有する。一対のドーム部 44、46 のうち、一方を第 1 ドーム部 44 と呼び、他方を第 2 ドーム部 46 と呼ぶ。第 1 ドーム部 44 は、胴体部 42 のうちで中心軸 AX に沿った軸方向 DAX における一方の端部に接続されている。第 2 ドーム部 46 は、胴体部 42 のうちで軸方向 DAX における他方の端部に接続されている。第 1 ドーム部 44 と第 2 ドーム部 46 とはそれぞれ、軸方向 DAX において胴体部 42 から離れるに従って外径が縮小するドーム形状である。

【0010】

補強層 50 は、ライナー 40 を補強するための層である。補強層 20 は、ライナー 40 の外表面を覆う。補強層 20 は、繊維を含む。本実施形態では、補強層 20 は、予めエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂が含浸された炭素繊維束によって形成されている。

【0011】

図 2 は、タンク 10 をさらに説明するための図である。図 2 は、図 1 に示すタンク 10 のうちで、胴体部 42 と第 1 ドーム部 44 との境界を含む領域を模式的に示している。なお、胴体部 42 と第 2 ドーム部 46 との境界を含む領域についても同様の構成であるため、以下では、胴体部 42 と第 1 ドーム部 44 との境界を含む領域を用いて、タンク 10 の詳細構成を説明する。

【0012】

補強層 50 は、胴体部 42 上に配置されたフープ層 53 と、フープ層 53 上とドーム部 44 上とに亘って配置されたヘリカル層 58 と、を有する。フープ層 53 を構成する繊維の巻回方向は、胴体部 42 の周方向に沿った方向である。つまり、フープ層 53 の繊維の巻回方向と、軸方向 DAX との成す角度は、概ね 90° である。本実施形態では、フープ層 53 は、ライナー 40 とは異なる部材に、熱硬化性樹脂が含浸されたシート状の繊維を巻き付けて形成された筒状部材をライナー 40 の胴体部 42 に配置することで形成される。フープ層 53 の形成方法の詳細は後述する。ヘリカル層 58 は、熱硬化性樹脂が含浸された繊維束に予め定めた張力をかけた状態で、フープ層 53 と第 1 ドーム部 44 と第 2 ドーム部 46 を覆うように繊維束を巻回させることで形成される。ヘリカル層 58 は、低角度ヘリカル巻きと高角度ヘリカル巻きとの少なくともいずれか一方を用いて繰り返し繊維束をタンク 10 に巻回させることで形成される。ヘリカル層 58 の形成方法の詳細は後述する。

【0013】

フープ層 5 3 は、一定の厚みを有するフープ本体層 5 1 と、フープ端部層 5 2 とを有する。胴体部 4 2 の径方向において胴体部 4 2 の外表面 4 2 f a とフープ本体層 5 1 の外表面との距離、すなわちフープ本体層 5 1 の厚みは、厚み T_b である。フープ端部層 5 2 は、軸方向 $D A x$ においてフープ本体層 5 1 の両端部に位置する 2 つの層である。ここでは、両端部に位置する 2 つのフープ端部層 5 2 のうち一方のフープ端部層 5 2 について説明するが、他方のフープ端部層 5 2 の構成についても同じである。フープ端部層 5 2 は、フープ本体層 5 1 に接続され、フープ層 5 3 のうちで軸方向 $D A x$ における端部に位置する。

【0014】

フープ端部層 5 2 は、フープ本体層 5 1 よりも胴体部 4 2 の径方向外側に突出する凸形状である。具体的には、フープ端部層 5 2 は、フープ端部層 5 2 のうちで径方向の最も外側に位置する頂点部 5 4 p、すなわちフープ端部層 5 2 のうちで最も厚みの大きい中間部 5 4 と、中間部 5 4 とフープ本体層 5 1 とを繋ぐフープ基端部 5 5 と、軸方向 $D A x$ において中間部 5 4 を挟んでフープ基端部 5 5 とは反対側に位置するフープ先端部 5 7 とを有する。フープ基端部 5 5 は、軸方向 $D A x$ において、フープ本体層 5 1 から中間部 5 4 に向かうに従い、厚みが次第に大きくなる。フープ基端部 5 5 の外表面は、軸方向 $D A x$ に対して傾斜する斜面であり、例えば曲面形状である。フープ先端部 5 7 は、軸方向 $D A x$ において中間部 5 4 から離れるに従い、すなわち、ドーム部（ここでは第 1 ドーム部 4 4）に向かうに従い、厚みが次第に小さくなる。フープ先端部 5 7 の外表面である斜面 5 3 f a は、頂点部 5 4 p からドーム部（ここでは第 1 ドーム部 4 4）の外表面 4 4 f a に向かって延び、軸方向 $D A x$ に対して傾斜する。斜面 5 3 f a と外表面 4 4 f a との境界は段差を形成することなく滑らかな曲面を形成している。すなわち斜面 5 3 f a は、外表面 4 4 f a の形状と同じ関係を有するように外表面 4 4 f a を延長した形状であり、外表面 4 4 f a の形状に沿った曲面形状である。本実施形態では、軸方向 $D A x$ において同じ側に位置する斜面 5 3 f a およびドーム部（ここでは第 1 ドーム部 4 4）の外表面 4 4 f a は、等張力曲面を形成する。図 2 に示すタンク 1 0 の所定断面において、斜面 5 3 f a の距離 L_t は、ヘリカル層 5 8 の形成に用いられる繊維束の幅 W_t 以上であることが好ましい。距離 L_t は、頂点部 5 4 p から斜面 5 3 f a のうちでドーム部（ここでは第 1 ドーム部 4 4）側の端部 5 7 p までの斜面 5 3 f a に沿った距離である。これにより、ヘリカル巻きの際に繊維束の幅全体を斜面 5 3 f a 上に配置できるので、繊維束にかけた所望の張力に応じた押圧力のより多くを斜面 5 3 f a に加えることができる。これにより、ヘリカル層 5 8 とフープ端部層 5 2 との密着の程度をより向上できる。

【0015】

また、フープ端部層 5 2 の最大厚み、すなわち胴体部 4 2 の径方向における頂点部 5 4 p と胴体部 4 2 の外表面 4 2 f a との距離 T_a は、フープ本体層 5 1 の厚み T_b の 1.05 倍以上であることが好ましい。こうすることで、斜面 5 3 f a の軸方向 $D A x$ に対する傾斜の程度を、ヘリカル巻きの際に繊維束をフープ端部層 5 2 側に押し付ける力が分散することを抑制できる程度に大きくできる。また、距離 T_a は、厚み T_b の 1.10 倍以下であることが好ましい。こうすることで、径方向外側へのフープ端部層 5 2 の突出の程度を抑制することができるので、ヘリカル層 5 8 を構成する繊維束 8 0 のひずみ発生を抑制できる。

【0016】

図 3 は、タンク 1 0 の製造方法を示す工程図である。本実施形態の製造方法では、ライナー 4 0 上のフープ層 5 3 を配置するフープ層形成工程が行われた後に、フープ層 5 3 上とドーム部 4 4、4 6 上にヘリカル層 5 8 を配置するヘリカル層形成工程が実行される。

【0017】

フープ層形成工程では、まず、ライナー 4 0 よりも剛性が高いマンドレル（芯金）にシート繊維を巻回させる巻回工程が行われる（工程 P 1 0）。

【0018】

図 4 は、工程 P 1 0 の説明図である。工程 P 1 0 では、まず、ライナー 4 0 とは異なる部材である、加工前フープ層 6 2 の型となるマンドレル 7 0 が用意される。マンドレル 7

0 は、ステンレスや鉄、銅などの金属によって形成された円柱状の形状を有している。マンドレル 70 の外径は、ライナー 40 の胴体部 42 の外径よりも若干（例えば、0.5 mm 程度）大きい。また、マンドレル 70 の軸 A x に沿った長さは、ライナー 40 の胴体部 42 の長さよりも長い。本実施形態では、マンドレル 70 の剛性は、ライナー 40 の剛性よりも高い。

【0019】

マンドレル 70 が用意されると、続いて、マンドレル 70 の周方向に沿って、シートワインディング法（以下、「SW 法」という）によって熱硬化性樹脂が含浸されたシート繊維 60 が複数回巻回されることで、加工前フープ層 62 が完成する。本実施形態では、シート繊維 60 の幅は、ライナー 40 の胴体部 42 の軸方向 D A x における長さと同じである。シート繊維 60 がマンドレル 70 に巻回される際には、シート繊維 60 には予め定めた張力がかけられる。SW 法において、シート繊維 60 にかかる単位幅あたりの張力は、例えば、一般的なフィラメントワインディング法（以下、FW 法という）において繊維束にかかる張力の 2 倍程度とする。

【0020】

加工前フープ層 62 の完成後、続いて、加工前フープ層 62 からマンドレル 70 を抜く工程が行われる（図 2 の工程 P 20）。この工程 P 20 のことを引き抜き工程ともいう。

【0021】

図 5 は、引き抜き工程によってマンドレル 70 が抜かれた加工前フープ層 62 の断面図である。図 5 に示すように、マンドレル 70 が引き抜かれた後の加工前フープ層 62 は、円筒状になっている。

【0022】

引き抜き工程後、加工前フープ層 62 を加工して、フープ本体層 51 とフープ端部層 52 とを有する筒状部材としての配置前フープ層 63 を形成する（図 2 の工程 P 30）。この工程 P 30 のことを、加工工程ともいう。

【0023】

図 6 は、配置前フープ層 63 の断面図である。加工工程では、加工前フープ層 62 の形状が、フープ層 53 の形状となるように切削加工や研削加工によって加工が行われる。

【0024】

加工工程の後、配置前フープ層 63 内にライナー 40 を嵌める工程が行われる（図 2 の工程 P 40）。この工程 P 40 のことを、嵌め工程ともいう。この嵌め工程によって、配置前フープ層 63 は、ライナー 40 の胴体部 42 上に配置されてフープ層 53 となる。

【0025】

図 7 は、嵌め工程によってライナー 40 の胴体部 42 上にフープ層 53 が形成された様子を示す模式図である。嵌め工程後、第 1 口金部 14 を通じてライナー 40 の内部を加圧してライナー 40 の胴体部 42 の外表面 42 f a をフープ層 53 の内表面に密着させる工程が行われる（図 2 の工程 P 50）。この工程 P 50 のことを、加圧工程ともいう。

【0026】

加圧工程後、ライナー 40 の内部を加圧した状態のまま、ヘリカル層形成工程が実行される（工程 P 60）。ヘリカル層形成工程では、まず、FW 法によって、ライナー 40 上に熱硬化性樹脂が含浸された繊維束をヘリカル巻きによって複数回巻回することにより複数の層からなるヘリカル層 58 を形成する。ヘリカル巻きは、高角度ヘリカル巻きと低角度ヘリカル巻きの少なくとも一方を用いて行われる。本実施形態では、高角度ヘリカル巻きと低角度ヘリカル巻きとを組み合わせることでヘリカル層 58 が形成される。

【0027】

図 8 は、低角度ヘリカル巻きを説明するための図である。図 9 は、高角度ヘリカル巻きを説明するための図である。図 8 に示すように、低角度ヘリカル巻きでは、繊維束 80 が、2 つのドーム部 44, 46 に掛け渡るよう螺旋状に繰り返し巻回される。低角度ヘリカル巻きによって形成された層では、繊維束 80 の巻回方向と軸方向 D A x との成す角度 $\alpha 1$ は、例えば、 5° 以上 40° 以下の範囲のいずれかの角度（例えば、 15° ）である。

10

20

30

40

50

【0028】

図9に示すように、高角度ヘリカル巻きによって形成された層では、繊維束80の巻回方向と軸方向D A xとの成す角度 $\alpha 2$ は、低角度ヘリカル巻きの角度 $\alpha 1$ よりも大きい。角度 $\alpha 2$ は、例えば 65° 以上 87° 以下の範囲のいずれかの角度(例えば 80°)である。

【0029】

ヘリカル層形成工程が行われた後、フープ層53およびヘリカル層58を一体的に加熱硬化させるための熱硬化処理が行われる(図2の工程P70)。熱硬化処理が行われた後、ライナー40に対する加圧が解除される(工程P80)。以上で説明した一連の工程により、タンク10は完成する。

【0030】

図10は、参考例のタンク10tを説明するための図である。図10は、図2に相当する図である。タンク10tと、図2に示す実施形態のタンク10との違いは、フープ端部層52tの形状である。その他の構成については、タンク10tとタンク10とは同様であるので、同様の構成については適宜説明を省略する。

【0031】

タンク10tのフープ端部層52tは、フープ本体層51よりも胴体部42の径方向外側に突出しておらず、フープ本体層51からドーム部(図10では、第1ドーム部44)に向かって従いに厚みが小さくなる。フープ端部層52tの外表面は曲面形状であり、軸方向D A xに対して傾斜する斜面53tfaを形成する。図2および図10に示す所定断面において、斜面53tfaは斜面53faよりも緩やかに傾斜する。つまり、所定断面において、軸方向D A xの各地点における斜面53tfa、53faの接線と、軸方向D A xとの成す角度は、斜面53tfaの方が斜面53faよりも小さい。

【0032】

フープ端部層52tの斜面53tfa上に繊維束80をヘリカル巻きによって巻回させる場合に、繊維束80の巻回方向F Dと、フープ端部層52tのうちで繊維束80が巻き付けられる部分の接線との成す角度 $\beta 1$ が、 90° よりも大きく外れて小さくなる。これにより、繊維束80を、フープ端部層52t側に押し付けた場合に、フープ端部層52を繊維束80によって押し付ける力が分散して、所望の張力をかけることができない場合が生じる。これにより、フープ端部層52とヘリカル層58との密着の程度が低下し、フープ端部層52とヘリカル層58との間の領域Rgに隙間が生じ、この隙間によってボイドが生じたりフープ端部層52とヘリカル層58とが剥離したりする場合がある。ボイドが生じたり、剥離が生じたりすることで、タンク10tの強度が低下して、収容室25に高圧の燃料ガスを充填した場合に、補強層50のうちでフープ層53とドーム部44、46との境界領域に位置する肩部において生じる応力(例えば、剪断力)によって、肩部に亀裂などが生じる場合がある。

【0033】

図11は、ヘリカル層形成工程をさらに説明するための図である。図11は、図2に相当する図である。本実施形態のフープ端部層52の斜面53fa上に繊維束80をヘリカル巻きする場合に、繊維束80の巻回方向F Dと、フープ端部層52のうちで繊維束80が巻き付けられる部分との接線との成す角度 $\beta 2$ は、図10に示す角度 $\beta 1$ よりも大きく、より 90° に近づけることができる。つまり、フープ端部層52がフープ本体層51よりも径方向外側に突出する形状であることで、斜面53faの軸方向D A xに対する傾斜の程度を、図10に示すフープ端部層52tがフープ本体層51よりも径方向外側に突出していない形状である場合よりも大きくできる。これにより、フープ端部層52の斜面53fa上にヘリカル巻きによって繊維束80を巻回させる場合に、繊維束80をフープ端部層52側に押し付ける力が分散することを抑制できるため、繊維束80に所望の張力をかけることができる。これにより、所望の張力に応じた繊維束80のフープ端部層52側への押圧力によってヘリカル層58とフープ層53との密着の程度を向上できるので、ヘリカル層58とフープ層(特にフープ端部層52)との間に隙間が生じる可能性を低減で

10

20

30

40

50

きる。よって、タンク 10 の強度が低下することを抑制できる。

【0034】

また上記実施形態によれば、図 2 に示すように、斜面 53 f a およびドーム部 44 の外表面 44 f a は、等張力曲面を形成している。これにより、斜面 53 f a 上および外表面 44 f a 上に形成された補強層 50 の繊維束 80 にかかる張力の偏りを低減できるので、タンク 10 の強度をさらに向上できる。また上記実施形態によれば、図 4 から図 7 に示すように、フープ層 53 は、ライナー 40 とは異なる部材であるマンドレル 70 にシート繊維 60 を巻き付けて形成された筒状部材としての配置前フープ層 63 を熱硬化処理することで形成されている。これにより、フープ層 53 を配置前フープ層 63 によって容易に形成できる。

10

【0035】

B. 他の実施形態：

B-1. 他の実施形態 1：

上記実施形態では、フープ層 53 は、シート繊維 60 を用いて形成した配置前フープ層 63 を熱硬化処理することで形成されていたが、これに限定されるものではない。例えば、フープ層 53 は、ライナー 40 の胴体部 42 に熱硬化性樹脂を含浸した繊維をフープ巻きすることで形成してもよい。フープ巻きの繊維の巻回方向は、胴体部 42 の周方向に沿った方向である。繊維をフープ巻きすることでフープ層 53 を形成する場合、積層する層の数を変更することでフープ本体層 51 とフープ端部層 52 とを形成してもよし、一定の厚みに繊維を積層した後にフープ層 53 の形状となるように切削加工や研削加工を行ってもよい。

20

【0036】

本開示は、上述の実施形態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。

【符号の説明】

【0037】

10, 10 t…タンク、14…第 1 口金部、14 a…開口部、15…第 2 口金部、20…補強層、25…収容室、40…ライナー、42…胴体部、42 f a…外表面、44…第 1 ドーム部、44 f a…外表面、46…第 2 ドーム部、50…補強層、51…フープ本体層、52, 52 t…フープ端部層、53…フープ層、53 f a…斜面、53 t f a…斜面、54…中間部、54 p…頂点部、55…フープ基端部、57…フープ先端部、57 p…端部、58…ヘリカル層、60…シート繊維、62…加工前フープ層、63…配置前フープ層、70…マンドレル、80…繊維束、A X…中心軸、D A x…軸方向、F D…巻回方向、R g…領域

30

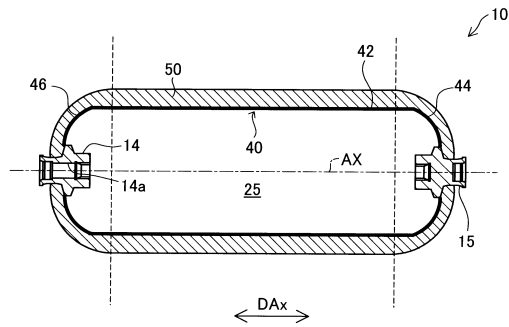
40

50

【図面】

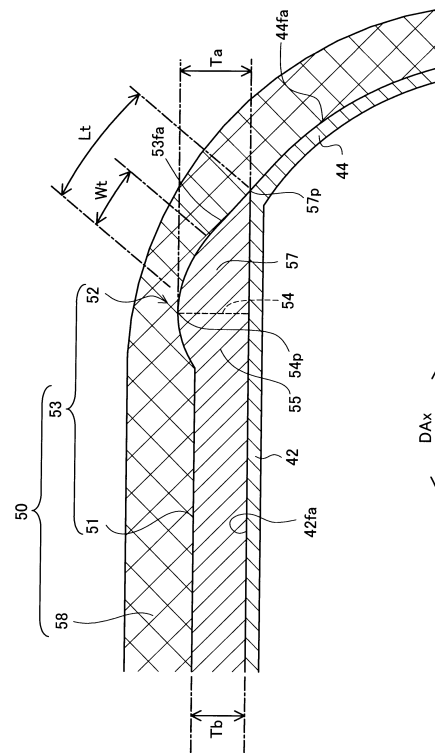
【図 1】

Fig.1



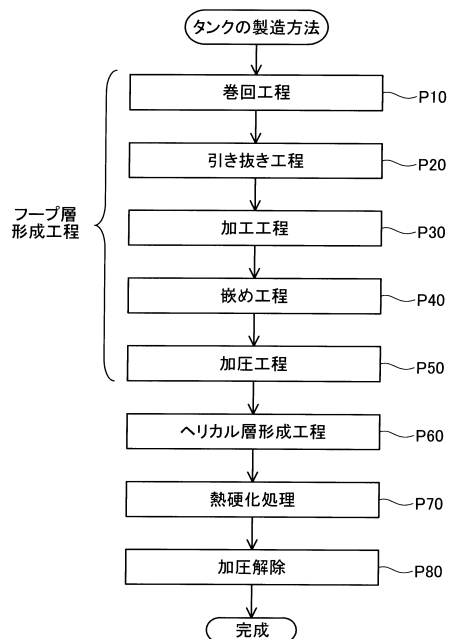
【図 2】

Fig.2



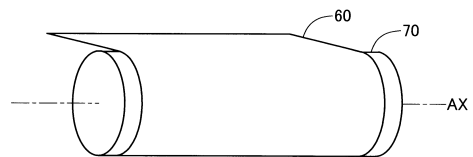
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



10

20

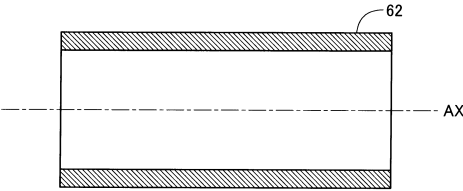
30

40

50

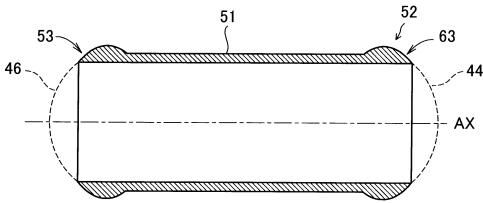
【図 5】

Fig.5



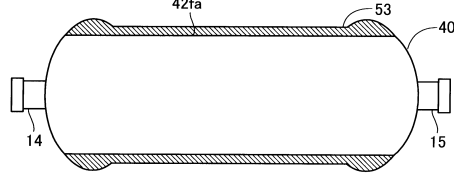
【図 6】

Fig.6



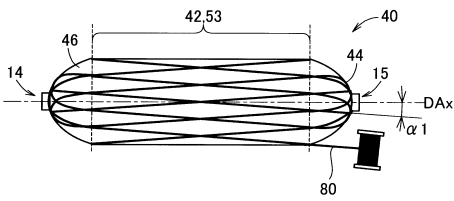
【図 7】

Fig.7



【図 8】

Fig.8



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-019954 (JP, A)
特開2016-044792 (JP, A)
特開2021-121750 (JP, A)
国際公開第2020/085054 (WO, A1)
米国特許出願公開第2021/0404603 (US, A1)
特開2016-223569 (JP, A)
特開2002-106787 (JP, A)
特開2007-198531 (JP, A)
特開2017-155836 (JP, A)
特開2019-108937 (JP, A)
特開2022-168671 (JP, A)
特開平9-178097 (JP, A)
特開2018-149737 (JP, A)
特開2023-003533 (JP, A)
中国特許出願公開第108188301 (CN, A)
独国特許出願公開第102015105830 (DE, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F17C 1/06
F16J 12/00