

(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2015-553

(P2015-553A)

(43) 公開日 平成27年1月5日(2015.1.5)

(51) Int.Cl.

B29C 70/16

B29K 105/08

(2006.01)

(2006.01)

F 1

B 2 9 C 67/14

B 2 9 K 105:08

テーマコード (参考)

4 F 2 O 5

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2013-127179 (P2013-127179)

(22) 出願日

平成25年6月18日 (2013.6.18)

(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

(71) 出願人 000006297

村田機械株式会社

京都府京都市南区吉祥院南落合町3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 100102989

弁理士 井上 佳知

八田 健

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

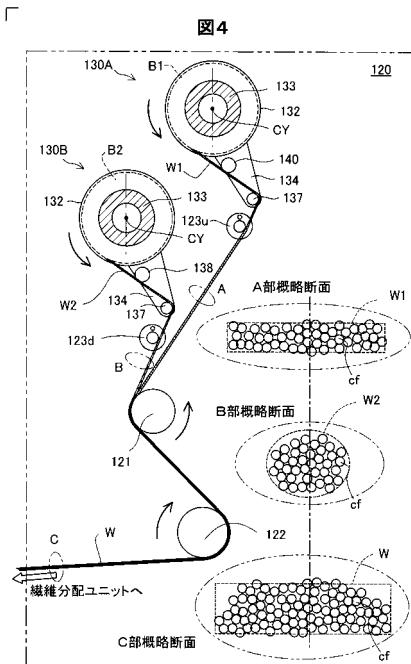
(54) 【発明の名称】 フィラメントワインディング装置

(57) 【要約】

【課題】 多数本の纖維を含む纖維束を巻回する際に、纖維束巻回軌跡に沿った空隙を残さないようにする。

【解決手段】 FW装置100は、第1ボビン保持ユニット130Aの第1纖維ボビンB1から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1と第2ボビン保持ユニット130Bの第2纖維ボビンB2から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W2とを、樹脂含浸カーボン纖維束W1について纖維束幅を拡幅した上で、第1給糸ローラー121にて上下に重ねて集合させる。こうして樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とが上下に重なった状態の樹脂含浸カーボン纖維束Wを、纖維束案内体210に供給する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

纖維巻回対象物に多数本の纖維を纖維束の形態で巻回するフィラメントワインディング装置であって、

前記纖維束を巻き取り済みの第1と第2の纖維ボビンとを、前記纖維束を送り出し可能に保持するボビンユニットと、

前記纖維巻回対象物の軸芯に沿って相対的に往復動し供給を受けた前記纖維束を前記往復動の過程で前記纖維巻回対象物の外表面に案内する纖維束案内体を備える纖維巻回部と、

前記ボビンユニットから前記纖維束案内体に到る纖維束経路に配設され、前記纖維束を前記纖維束案内体に送り出す給糸ローラーと、

前記第1の纖維ボビンから送り出された前記纖維束である第1の纖維束と前記第2の纖維ボビンから送り出された前記纖維束である第2の纖維束とが前記給糸ローラーにおいて上下に集合するよう、前記第1の纖維束と前記第2の纖維束とを前記給糸ローラーに重ねて導く纖維束導入機構とを備える

フィラメントワインディング装置。

【請求項 2】

請求項1に記載のフィラメントワインディング装置であって、

前記第1の纖維束と前記第2の纖維束の少なくとも一方の纖維束の纖維束幅を、前記給糸ローラーに前記纖維束が到る経路の上流側で拡幅する拡幅機構を備え、

前記纖維束導入機構は、前記拡幅を受けた拡幅纖維束と他方の纖維束とが前記給糸ローラーにおいて上下に集合するよう、前記拡幅を受けた纖維束と前記他方の纖維束とを前記給糸ローラーに重ねて導く

フィラメントワインディング装置。

【請求項 3】

前記拡幅機構は、前記纖維束幅の拡幅の対象となる前記纖維ボビンから送り出される前記纖維束と接触するボビン下流ローラーの内部から、前記接触した纖維束に向けてエアーを噴出することで、前記少なくとも一方の纖維束の纖維束幅を拡幅する請求項2に記載のフィラメントワインディング装置。

【請求項 4】

前記纖維束案内体は、前記供給を受けた前記纖維束の幅より拡幅の凹状をなして該凹状の底面にて前記纖維束と纖維長手方向に沿って接触し、該接触した纖維束を案内すると共に、前記凹状の底面の中央域を前記長手方向に沿った凸条とし、該凸条の両側を下降傾斜面とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載のフィラメントワインディング装置。

【請求項 5】

前記凸条を加熱する加熱機構と、前記下降傾斜面を冷却する冷却機構とを有する請求項4に記載のフィラメントワインディング装置。

【請求項 6】

前記冷却機構は、前記下降傾斜面の下面側にエアーを通気すると共に、前記下降傾斜面と前記凸状との繋ぎ箇所から前記下降傾斜面に沿ってエアーを吹き出す請求項5に記載のフィラメントワインディング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、フィラメントワインディング装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

フィラメントワインディング装置（以下、適宜、FW装置と略称する）は、高圧ガスタンクのコアである樹脂製のライナー等の纖維巻回対象物に多数本の纖維を纖維束の形態で

10

20

30

40

50

巻回するものとして、広く普及している。FW装置では、ライナーへの巻回効率を高めるため、多数本の纖維を纖維束の形態で巻き取り済みの複数の纖維ボビンから纖維束を並行に並べて供給し、ライナー外周に巻回される複数の纖維束の幅を纖維束ごとに広狭変更する手法が提案されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-93276号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の纖維束幅の変更手法によれば、複数の纖維束の幅を纖維束ごとに広狭変更後の纖維束幅で各纖維束を連続供給できる他、各纖維束幅の拡幅により纖維束の巻回幅も広くなつて纖維束の巻回効率も高まる。しかも、上記の纖維束の変更手法では、纖維幅広狭変更済みの複数の纖維束が並行に並んだ多列の纖維束の状態でライナー外周への纖維束巻回を行うことから、纖維束の巻回効率がより高まる。しかしながら、複数の纖維束が並行に並んだ多列の纖維束の状態でのライナー外周への纖維束巻回軌跡では、隣り合う纖維束の間に空隙が残ったまま、ライナー外周への複数筋の纖維束巻回がなされ得る。隣り合う纖維束間の空隙は、纖維束巻回軌跡に沿って残り、空隙の両隣は多数本の纖維を含む纖維束であることから、空隙とその両隣の纖維束とでは纖維束の厚みに相当する段差が残り得る。纖維束の巻回軌跡に沿って残った空隙或いはこの空隙に起因する段差は、纖維束による補強強度に影響を及ぼすことが危惧されるので、纖維束の巻回軌跡に沿った空隙を残さないようにすることが要請されるに到った。この他、纖維束の巻回軌跡に沿った空隙を残さないで纖維束幅の拡幅を図ることや、FW装置の構成の簡略化、或いは低コスト化を可能とすることも要請されている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記した課題の少なくとも一部を達成するために、本発明は、以下の形態として実施することができる。

【0006】

(1) 本発明の一形態によれば、フィラメントワインディング装置が提供される。このフィラメントワインディング装置は、纖維巻回対象物に多数本の纖維を纖維束の形態で巻回するフィラメントワインディング装置であつて、前記纖維束を巻き取り済みの第1と第2の纖維ボビンとを、前記纖維束を送り出し可能に保持するボビンユニットと、前記纖維巻回対象物の軸芯に沿って相対的に往復動し供給を受けた前記纖維束を前記往復動の過程で前記纖維巻回対象物の外表面に案内する纖維束案内体を備える纖維巻回部と、前記ボビンユニットから前記纖維束案内体に到る纖維束経路に配設され、前記纖維束を前記纖維束案内体に送り出す給糸ローラーと、前記第1の纖維ボビンから送り出された前記纖維束である第1の纖維束と前記第2の纖維ボビンから送り出された前記纖維束である第2の纖維束とが前記給糸ローラーにおいて上下に集合するよう、前記第1の纖維束と前記第2の纖維束とを前記給糸ローラーに重ねて導く纖維束導入機構とを備える。

【0007】

上記形態のフィラメントワインディング装置は、第1の纖維ボビンから送り出された第1の纖維束と第2の纖維ボビンから送り出された第2の纖維束とを、纖維束導入機構により給糸ローラーにおいて上下に集合するよう、給糸ローラーに重ねて導くので、給糸ローラーから纖維束案内体への纖維束送り出しは、第1の纖維束と第2の纖維束とが上下に重なつた積層纖維束の状態でなされる。この結果、上記形態のフィラメントワインディング装置によれば、第1の纖維束と第2の纖維束の両纖維束が並行に並んだ多列の纖維束の状態ではなく、第1の纖維束と第2の纖維束の両纖維束を上下に重ねた積層纖維束の状態で纖維巻回対象物に巻回するので、纖維巻回対象物の外表面の纖維束巻回軌跡において纖維

10

20

30

40

50

束の間の空隙を残さない。

【0008】

(2) 上記した形態のフィラメントワインディング装置において、前記第1の纖維束と前記第2の纖維束の少なくとも一方の纖維束の纖維束幅を、前記給糸ローラーに前記纖維束が到る経路の上流側で拡幅する拡幅機構を備え、前記纖維束導入機構は、前記拡幅を受けた纖維束と他方の纖維束とが前記給糸ローラーにおいて上下に集合するよう、前記拡幅を受けた拡幅纖維束と前記他方の纖維束とを前記給糸ローラーに重ねて導くようにできる。この形態のフィラメントワインディング装置では、纖維束幅が拡幅した拡幅纖維束(第1の纖維束と第2の纖維束の少なくとも一方の纖維束)と、他方の纖維束とを上下に重ねた積層纖維束の状態で、給糸ローラーから纖維束案内体に送り出して纖維巻回対象物に巻回する。この結果、この形態のフィラメントワインディング装置によれば、纖維巻回対象物の外表面の纖維束巻回軌跡において纖維束の間の空隙を残さないと共に、纖維束幅が拡幅した状態で纖維巻回対象物の外表面に纖維束を巻回して、当該外表面における纖維束巻回軌跡をより幅広とできる。しかも、第1の纖維束と第2の纖維束の少なくとも一方の纖維束を纖維束幅が拡幅した拡幅纖維束としてから、両纖維束を給糸ローラーにて上下に重ねた積層纖維束の状態とするので、拡幅纖維束に対して重なった他方の纖維束についても纖維束幅の拡幅を図った上で、拡幅纖維束に含まれる多数本の纖維と他方の纖維束に含まれる多数本の纖維とを馴染ませることができる。このため、この形態のフィラメントワインディング装置によれば、纖維束案内体により纖維巻回対象物の外表面に巻回された纖維束巻回軌跡において、上下に重なった積層纖維束に含まれる多数本の纖維の間隔についてもほぼ均一とでき、巻回品質を高めることができる。10

【0009】

(3) 上記した形態のフィラメントワインディング装置において、前記拡幅機構は、前記纖維束幅の拡幅の対象となる前記纖維ボビンから送り出される前記纖維束と接触するボビン下流ローラーの内部から、前記接触した纖維束に向けてエアーを噴出することで、前記少なくとも一方の纖維束の纖維束幅を拡幅するようできる。こうすれば、エアー噴出という簡便な手法で、纖維束の纖維束幅を拡幅できるので、フィラメントワインディング装置の機器構成の簡略化と、低コスト化を図ることができる。20

【0010】

(4) 上記したいずれかの形態のフィラメントワインディング装置において、前記纖維束案内体は、前記供給を受けた前記纖維束の幅より拡幅の凹状をなして該凹状の底面にて前記纖維束と纖維長手方向に沿って接触し、該接触した纖維束を案内すると共に、前記凹状の底面の中央域を前記長手方向に沿った凸条とし、該凸条の両側を下降傾斜面とするようできる。こうすれば、上下に重ねた積層纖維束の状態で給糸ローラーから纖維束案内体まで送り出された纖維束は、纖維束案内体がなす凹状の底面に接触することで、中央域が凸条でその両側が下降傾斜面の凹状底面に倣うよう更に拡幅する。よって、この形態のフィラメントワインディング装置によれば、纖維巻回対象物の外表面の纖維束巻回軌跡をより幅広とできる。しかも、凹状底面に倣った纖維束の拡幅は、凹状の両端凸部位にて制限されるので、拡幅後の纖維束の形状安定化が可能となり、巻回品質の向上にも寄与できる。30

【0011】

(5) 上記した形態のフィラメントワインディング装置において、前記凸条を加熱する加熱機構と、前記下降傾斜面を冷却する冷却機構とを有するようできる。通常、纖維束は、熱硬化性樹脂に予め含浸された状態で纖維ボビンに巻かれて纖維束案内体まで送り出されるか、纖維束案内体の手前で熱硬化性樹脂に含浸される。よって、いずれの場合も、纖維束案内体に接触する纖維束は熱硬化性樹脂に含浸済みであり、この熱硬化性樹脂含浸済み纖維束を、中央域の凸条からの熱により容易に拡幅できると共に、下降傾斜面での冷却により、凹状を超えるような過度の拡幅を防止できる。こうしたことから、この形態のフィラメントワインディング装置によれば、纖維束の拡幅と拡幅後の纖維束の形状安定化とが確実となるので、巻回品質をより高めることができる。40

【0012】

(6) 上記した形態のフィラメントワインディング装置において、前記冷却機構は、前記下降傾斜面の下面側にエアーを通気すると共に、前記下降傾斜面と前記凸状との繋ぎ箇所から前記下降傾斜面に沿ってエアーを吹き出すようにできる。こうすれば、中央域の凸条両側の下降傾斜面に向けた纖維束の拡幅が進むので、纖維束の拡幅と拡幅後の纖維束の形状安定化との実効性がより高まり、巻回品質向上の上から好ましい。

【0013】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、ライナーに多数本の纖維を纖維束の形態で巻回した高圧ガスタンクの他、高圧ガスタンクの製造装置或いは製造方法として構成することもできる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態としてのFW装置100の概略構成を模式的に示す説明図である。

【図2】FW装置100の要部であるヘリカル巻きユニット100Hと樹脂含浸カーボン纖維束Wの送り出しを図るボビンユニット120との概略的な位置関係を示す説明図である。

20

【図3】纖維強化樹脂層の形成の様子を模式的に示す説明図である。

【図4】ボビンユニット120における第1纖維ボビンB1と第2纖維ボビンB2の位置関係とボビン保持構成を示す説明図である。

20

【図5】第1ボビン保持ユニット130Aを斜視にて示す説明図である。

【図6】第1ボビン保持ユニット130Aが有する拡幅シャフト140の概要を説明する説明図である。

【図7】拡幅シャフト140を図6における7-7線で断面視してその機能を説明する説明図である。

【図8】纖維束案内体210の概略的な外観をX-X線の断面視の概略と共に示す説明図である。

【図9】纖維束案内体210による樹脂含浸カーボン纖維束Wの案内の様子を模式的に示す説明図である。

【図10】樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2の上下の重なりの他の態様を示す説明図である。

30

【図11】三つの樹脂含浸カーボン纖維束を上下に重ねた一態様の樹脂含浸カーボン纖維束を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づき説明する。本実施形態のフィラメントワインディング装置(FW装置)は、最終製品としての高圧ガスタンクを製造する際に使用され、ライナー10に樹脂含浸カーボン纖維束Wを巻回する。図1は本発明の実施形態としてのFW装置100の概略構成を模式的に示す説明図、図2はFW装置100の要部であるヘリカル巻きユニット100Hと樹脂含浸カーボン纖維束Wの送り出しを図るボビンユニット120との概略的な位置関係を示す説明図、図3は纖維強化樹脂層の形成の様子を模式的に示す説明図である。本実施形態では、高圧ガスタンクを、高圧水素を貯蔵する高圧水素タンクとした。

40

【0016】

FW装置100は、水素ガスに対するガスバリア性を有する樹脂製容器のライナー10を纖維巻回対象物とする。ライナー10は、半径が均一である略円筒形状のシリンダー部10aと、シリンダー部両端に設けられた凸曲面形状のドーム部10bを有する。ドーム部10bは、等張力曲面によって構成されており、その頂点に、外部配管等と接続するための口金14を有する。本実施形態では、樹脂容器として、ナイロン系樹脂からなる樹脂製容器を用いるものとした。樹脂容器として、水素ガスに対するガスバリア性を有すれば

50

、他の樹脂からなる樹脂容器を用いるものとしてもよい。

【0017】

F W 装置 100 は、ライナー軸支シャフト 102 と、ヘリカル巻きユニット 100H と、フープ巻きユニット 100F と、クリルスタンド 110 と、纖維束分配ユニット 150 と、制御装置 160 とを有する。ライナー軸支シャフト 102 は、ライナー両端の口金 14 に挿入され、ライナー両端からシャフトを出した状態で後述する支持台 310 にて保持され、ライナー 10 を水平に軸支する。こうしてライナー 10 を軸支した後、F W 装置 100 は、ヘリカル巻きユニット 100H とフープ巻きユニット 100F とにより、ライナー 10 の外周に樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻回して、纖維強化樹脂層を形成する（纖維強化樹脂層形成工程）。この纖維強化樹脂層形成工程により、ライナー 10 の外周に樹脂硬化前の纖維強化樹脂層を有する中間生成品タンクが得られ、この中間生成品タンクを、図示しない誘導加熱装置等を用いて熱処理することで、最終製品としての高圧ガスタンクが得られる。

10

【0018】

ヘリカル巻きユニット 100H は、図 2 に斜視にて示すように、ライナー 10 を取り囲む環状体の纖維束案内フレーム 202 を、基台 300 に固定フレーム 204 にて固定して備える。このヘリカル巻きユニット 100H は、ライナー両端のドーム部 10b の湾曲表面領域に樹脂含浸カーボン纖維束 W を掛け渡してヘリカル巻きを図るべく、ライナー 10 におけるタンク中心軸 AX に沿って、纖維束案内フレーム 202 とライナー 10 とを、ドーム部 10b の外側を含む所定範囲に亘って相対的に往復駆動させる。つまり、ライナー 10 に対して纖維束案内フレーム 202 を往復動させるようにできるほか、纖維束案内フレーム 202 に対して、ライナー 10 を水平に軸支したまま往復動させてもよい。本実施形態では、纖維束案内フレーム 202 を含むヘリカル巻きユニット 100H を基台 300 に固定してライナー 10 を往復動する構成としたが、図 1 では、図示の都合から、ヘリカル巻きユニット 100H を相対的にライナー 10 に対して往復動するよう示した。

20

【0019】

基台 300 は、第 1 レール 302 と、第 2 レール 304 と、支持台 310 とを備えている。第 1 レール 302 は、基台 300 の長手方向に延伸する一対の溝であり、基台 300 の上方向 (Y 方向) の面に形成されている。第 2 レール 304 は、基台 300 の長手方向に延伸する一対の溝であり、基台 300 の上面であって、第 1 レール 302 に対して基台 300 の短手方向 (Z 方向) の外側に形成されている。

30

【0020】

支持台 310 は、基台 300 の上面に配置され、既述したライナー軸支シャフト 102 と共にライナー 10 を回転自在に支持する。支持台 310 は、タンク中心軸 AX を中心にライナー 10 を回転する。支持台 310 は、図示しない駆動機構によって、基台 300 の長手方向に沿って第 1 レール 302 上を往復動自在に駆動し、ライナー 10 を纖維束案内フレーム 202 に対して往復動させる。支持台 310 は、ベース 312 と、支持腕 314 と、チャック 316 とを備えている。ベース 312 は、板状を有し、第 1 レール 302 に嵌合することで第 1 レール 302 上を移動可能に構成されている。支持腕 314 は、四角柱状を有し、基台 300 の上方向に向かって延伸するように設けられている。チャック 316 は、支持腕 314 の上端部、換言すれば、支持腕 314 がベース 312 に固定されている側とは反対側の端部に設けられており、ライナー軸支シャフト 102 を固定する。

40

【0021】

基台 300 に固定された纖維束案内フレーム 202 は、支持台 310 にて軸支されたライナー 10 が入り込む貫通孔の周囲に、複数個の纖維束案内体 210 を当ピッチに放射状に備える。それぞれの纖維束案内体 210 は、後述の纖維束分配ユニット 150 から樹脂含浸カーボン纖維束 W の供給を受け、その供給を受けた樹脂含浸カーボン纖維束 W を、既述した纖維束案内フレーム 202 の相対的な往復動の過程でライナー 10 の外表面に案内する。なお、纖維束案内体 210 の詳細構成については、後述する。

【0022】

50

クリルスタンド 110 は、図 1 に示すように、ヘリカル巻きユニット 100H の左右(図における上下)に配設され、纖維束案内フレーム 202 に設けられた纖維束案内体 210 の個数に相当する数のボビンユニット 120 を有する。それぞれのボビンユニット 120 は、樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻き取り済みの第 1 繊維ボビン B1 と第 2 繊維ボビン B2 とを回転可能に保持し、これらボビンから、纖維束分配ユニット 150 を経てヘリカル巻きユニット 100H の纖維束案内体 210 に樹脂含浸カーボン纖維束 W を送り出す。

【0023】

纖維束分配ユニット 150 は、それぞれのボビンユニット 120 が後述するように送り出した樹脂含浸カーボン纖維束 W を、纖維束案内フレーム 202 に組み込まれた個々の纖維束案内体 210 に、供給する。なお、ヘリカル巻きユニット 100H がライナー 10 に対して往復動する構成であれば、この纖維束分配ユニット 150 は、ヘリカル巻きユニット 100H の往復動に合わせて移動し、クリルスタンド 110 の個々のボビンユニット 120 からの樹脂含浸カーボン纖維束 W をヘリカル巻きユニット 100H に案内しつつ送り出す。

10

【0024】

こうして樹脂含浸カーボン纖維束 W の供給を受けるヘリカル巻きユニット 100H は、図 3 (A) に示すように、樹脂含浸カーボン纖維束 W の巻回軌跡がタンク中心軸 AX に対して低角度の纖維角 LH (例えば、約 11 ~ 25°) で交差する低角度のヘリカル巻きにて、樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻回する。この樹脂含浸カーボン纖維束 W は、複数本のスライバー状のカーボン単纖維 cf を揃えて纖維束の状態とされ、単纖維表面および単纖維間にエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を含む多糸のいわゆるプリプレグである。ヘリカル巻きユニット 100H によるヘリカル巻きの際、ライナー 10 は、タンク中心軸 AX の回りに回転し、ライナー 10 の回転速度とヘリカル巻きユニット 100H に対するライナー 10 の往復動速度が制御装置 160 により調整される。この低角度のヘリカル巻きでは、樹脂含浸カーボン纖維束 W は、シリンダー部 10a の両端のドーム部 10b に掛け渡るよう螺旋状に繰り返し巻回される。そして、両側のドーム部 10b では、ライナー 10 の往路・復路の切換に伴って纖維の巻き付け方向が折り返されると共に、タンク中心軸 AX からの折り返し位置も調整される。

20

【0025】

ドーム部 10b における巻き付け方向の折り返しを何度も繰り返すことにより、ライナー 10 の外表面には、低角度の纖維角 LH で樹脂含浸カーボン纖維束 W が網目状に張り渡された纖維巻回層が形成される。この場合、ヘリカル巻きユニット 100H の相対的な往復動範囲は、ドーム部 10b のほぼ全域の外表が樹脂含浸カーボン纖維束 W にて覆われた上で、数層の上記の纖維巻回層が形成できる範囲とされ、この最初の数層の纖維巻回層が最内層側に位置する最内層ヘリカル層となる。

30

【0026】

フープ巻きユニット 100F は、ライナー 10 を取り囲む環状体とされ、シリンダー部 10a の外周に樹脂含浸カーボン纖維束 W をフープ巻きすべく、ライナー 10 におけるタンク中心軸 AX に沿ってほぼシリンダー部 10a の長さに相当する所定範囲に亘って相対的に往復動する。フープ巻きユニット 100F は、相対的な往復動の過程において、ユニット内蔵の複数の図示しない纖維ボビンから樹脂含浸カーボン纖維束 W を繰り出し、図 3 (B) に示すように、樹脂含浸カーボン纖維束 W の巻回軌跡がタンク中心軸 AX に対してほぼ垂直に近い巻き角度 (纖維角 0 : 例えば約 89°) で交差するフープ巻きにて、樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻回する。このフープ巻きをシリンダー部両端で折り返しつつ繰り返すことで、最内層ヘリカル層に重ねてフープ層が形成される。つまり、ライナー 10 をタンク中心軸 AX の回りで回転させつつ、フープ巻きユニット 100F をタンク中心軸 AX に沿って所定速度で繰り返し往復動させることで、既に形成済みのヘリカル層に重なってフープ層が樹脂含浸カーボン纖維束 W にて巻回形成される。

40

【0027】

シリンダー部 10a における巻き付け方向の折り返しを何度も繰り返すことにより、既

50

に形成済みのヘリカル層の外表面には、高角度の纖維角 L H で樹脂含浸カーボン纖維束 W が網目状に張り渡されたフープ層が形成される。この場合、フープ巻きユニット 100 F の相対的な往復動範囲は、シリンダー部 10 a の全域において樹脂含浸カーボン纖維束 W が繰り返し巻回されて数層の上記の纖維巻回層が形成できる範囲とされ、この数層の纖維巻回層がフープ層となる。

【0028】

ヘリカル巻きユニット 100 H による低角度のヘリカル巻きから、フープ巻きユニット 100 F によるフープ巻きへの変更を行うに際し、タンク中心軸 A X に対して高角度の纖維角（例えば、約 30 ~ 60 °）で樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻回する高角度のヘリカル巻きを組み込むこともできる。

10

【0029】

こうして樹脂含浸カーボン纖維束 W のフープ巻きおよびヘリカル巻きが使い分けて繰り返されることで、ライナー 10 の外周には、最内層ヘリカル層にフープ層が重なり、更に、ヘリカル層とフープ層が交互に層状に複数層重なった纖維強化樹脂層が FW 装置 100 にて形成される。

【0030】

制御装置 160 は、論理演算を行う CPU や ROM、RAM 等を含むいわゆるシーケンシャルコンピューターとして構成され、支持台 310 に支持したライナー 10 の回転速度や、ヘリカル巻きユニット 100 H およびフープ巻きユニット 100 F に対するライナー 10 の往復動速度、ボビンユニット 120 からの樹脂含浸カーボン纖維束 W の送り出し状況等、FW 装置 100 の各種制御を統括して行う。

20

【0031】

次に、ボビンユニット 120 からの樹脂含浸カーボン纖維束 W の送り出しの様子と纖維束送り出しに要する構成について説明する。図 4 はボビンユニット 120 における第 1 繊維ボビン B 1 と第 2 繊維ボビン B 2 の位置関係とボビン保持構成を示す説明図、図 5 は第 1 ボビン保持ユニット 130 A を斜視にて示す説明図、図 6 は第 1 ボビン保持ユニット 130 A が有する拡幅シャフト 140 の概要を説明する説明図、図 7 は拡幅シャフト 140 を図 6 における 7 - 7 線で断面視してその機能を説明する説明図である。

【0032】

図 4 に示すように、ボビンユニット 120 は、第 1 繊維ボビン B 1 と第 2 繊維ボビン B 2 を上下に保持し、各纖維ボビンを、第 1 ボビン保持ユニット 130 A と第 2 ボビン保持ユニット 130 B とで保持する。また、ボビンユニット 120 は、ボビン下流に、第 1 細糸ローラー 121 と、第 2 細糸ローラー 122 と、纖維束導入口ローラー 123 u と、纖維束導入口ローラー 123 d とを有する。これら各ローラーは、第 1 ボビン保持ユニット 130 A 或いは第 2 ボビン保持ユニット 130 B からヘリカル巻きユニット 100 H の纖維束案内体 210 に到る纖維束経路に配設されている。

30

【0033】

第 1 ボビン保持ユニット 130 A と第 2 ボビン保持ユニット 130 B の両ボビン保持ユニットは、ほぼ同一の構成を備え、樹脂含浸カーボン纖維束 W を巻き取り済みの第 1 繊維ボビン B 1 或いは第 2 繊維ボビン B 2 を、各纖維ボビンから送り出し可能に保持する。以下、説明の便宜上、第 1 繊維ボビン B 1 に巻き取られた樹脂含浸カーボン纖維束 W を樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と称し、第 2 繊維ボビン B 2 に巻き取られた樹脂含浸カーボン纖維束 W を樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 と称して、区別する。

40

【0034】

図 4 および図 5 に示すように、第 1 ボビン保持ユニット 130 A は、対向する円形板 132 の間に図示しないシャフトを備え、当該シャフトを第 1 繊維ボビン B 1 の中空芯材に貫通することで、第 1 繊維ボビン B 1 を円形板 132 の間に保持する。この他、第 1 ボビン保持ユニット 130 A は、ボビン駆動部 133 と、シャフト保持腕 134 と、拡幅シャフト 140 と、弛み抑制シャフト 137 とを備える。

【0035】

50

ボビン駆動部 133 は、図示しないモーターを内蔵し、制御装置 160 の制御を受けて、第 1 繊維ボビン B1 をボビン軸 CY を中心に反時計回り CS に回動させる。これにより、第 1 繊維ボビン B1 は、回転して樹脂含浸カーボン纖維束 W1 を送り出す。なお、第 1 繊維ボビン B1 からの樹脂含浸カーボン纖維束 W1 の送り出しを、ライナー 10 への纖維束巻回に伴う引出力だけで行う場合には、ボビン駆動部 133 は、不要となる。また、対向する円形板 132 の間に図示しないシャフトに樹脂含浸カーボン纖維束 W1 を直接巻き取るようすれば、対向する円形板 132 とその間のシャフト自体が、第 1 繊維ボビン B1 となる。

【0036】

シャフト保持腕 134 は、樹脂含浸カーボン纖維束 W1 の繰り出し方向 DF の下流側に向かって円形板 132 から延び、拡幅シャフト 140 と弛み抑制シャフト 137 とを、この順で一体に保持する。そして、第 1 繊維ボビン B1 から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束 W1 は、拡幅シャフト 140 に接触した上で、弛み抑制シャフト 137 にも接触して、この両シャフトで保持され、下流の後述の纖維束導入口ーラー 123u に導かれる。

【0037】

シャフト保持腕 134 は、例えば、樹脂や金属を用いて形成される。本実施形態では、図 5 のように、一つのシャフト保持腕 134 によって、拡幅シャフト 140 と弛み抑制シャフト 137 とを保持している。このため、拡幅シャフト 140 と弛み抑制シャフト 137 とのうち、一方の端部 EL は固定されているが、他方の端部 ER は固定されていない。従って、対向する円形板 132 の間のシャフトに樹脂含浸カーボン纖維束 W1 を直接巻回する際の作業性を向上させることができる。なお、2 枚の円形板 132 から 2 枚のシャフト保持腕 134 がそれぞれ延伸する構成、換言すれば、拡幅シャフト 140 と弛み抑制シャフト 137 との端部 EL と、端部 ER との両方がシャフト保持腕 134 によって保持される構成を採用することも可能である。

【0038】

弛み抑制シャフト 137 は、棒形状（細長い円柱形状）を有し、シャフト保持腕 134 の頂角近傍に接合されている。弛み抑制シャフト 137 は、弛み抑制シャフト 137 の端部 EL がシャフト保持腕 134 の上記位置に接合されることによって、第 1 繊維ボビン B1 のボビン軸 CY に略並行な状態で保持されている（図 5 参照）。

【0039】

拡幅シャフト 140 は、シャフト保持腕 134 の基部近傍で、樹脂含浸カーボン纖維束 W1 が繰り出される側の端部に対して接合されている。この拡幅シャフト 140 は、拡幅シャフト 140 の端部 EL がシャフト保持腕 134 の上記位置に接合されることによって、第 1 ボビン保持ユニット 130A のボビン軸 CY に略並行な状態で保持されている（図 5 参照）。拡幅シャフト 140 は、中空の円筒形状とされ、図 6 に示すように、外殻部 142 と、蓋部 141 とを備えている。外殻部 142 は、例えばポーラス金属のような多孔質金属で形成されており、微小な孔 143 を多数有している。樹脂含浸カーボン纖維束 W1 の樹脂によって孔 143 が詰まることを抑制するために、各孔 143 の孔径は、例えば、 $500 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。孔 143 は、図 7 に示すように、外殻部 142 の厚み方向に沿って延びる細孔と擬制でき、拡幅シャフト 140 の内部空間と外殻部 142 の外部表面とを連通する。蓋部 141 は、外殻部 142 の端面に配置されている。蓋部 141 は、配管 145 と接続され、配管 145 を介して供給されるエアーを、外殻部 142 の内部空間に送る。

【0040】

第 1 ボビン保持ユニット 130A は、図示しないエアコンプレッサーを備え、制御装置 160 の制御を受けてエアコンプレッサーを駆動し、配管 145 を介して拡幅シャフト 140 の内部に空気を送り込む。本実施形態では、 1 MPa 以下の圧力で常温（25 度）のエアーを拡幅シャフト 140 の内部に送り込む。こうして送り込まれたエアーは、図 7 に示すように、拡幅シャフト 140 の内部空間から外殻部 142 の外部表面の全方向に向けて孔 143 を通過し、孔開口から噴出される。外殻部 142 の外側全方向に向かって

10

20

30

40

50

噴射されるエアーのうち、第1纖維ボビンB1から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1に向けて噴射されるエアーは、樹脂含浸カーボン纖維束W1に含まれる複数本のスライバー状のカーボン単纖維c fの間を通り抜ける。このため、第1纖維ボビンB1から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1は、拡幅シャフト140に接触して通過する間に、この拡幅シャフト140からの噴出エアーにより纖維束幅が拡幅され、この拡幅シャフト140より下流側では、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1として送り出される。この様子は、図4においてA部概略断面として示されている。

【0041】

第1纖維ボビンB1に巻き付けられた状態の樹脂含浸カーボン纖維束W1は、カーボン単纖維c fがほぼ円形となるように集合した状態の纖維束であったり、カーボン単纖維c fが既に矩形形状で集合した状態の纖維束であるが、いずれの場合であっても、拡幅シャフト140は、接触して通過する樹脂含浸カーボン纖維束W1を、図4のA部概略断面に示すように、纖維束幅が拡幅した略矩形形状の纖維束として下流に送り出す。また、外殻部142の外側全方向に向かって噴射される空気のうち、樹脂含浸カーボン纖維束W1と向き合うことなく噴射されるエアーは、拡幅シャフト140が纖維束送り出しに伴い自転する構成であれば、接触した樹脂含浸カーボン纖維束W1から転写された樹脂を孔143から吹き飛ばし、孔の閉塞を抑制する。こうしたエアー噴出による樹脂含浸カーボン纖維束W1の纖維束幅の拡幅は、ヘリカル巻きユニット100Hの纖維束案内体210(図2参照)への纖維供給が行われている間において、継続される。

10

【0042】

第2ボビン保持ユニット130Bは、既述した第1ボビン保持ユニット130Aとほぼ同様の構成を備え、拡幅シャフト140に代えて案内シャフト138を有する。この案内シャフト138は、第1ボビン保持ユニット130Aにおける拡幅シャフト140の配設位置に設置され、弛み抑制シャフト137と同様の棒形状である。そして、第2ボビン保持ユニット130Bは、第2纖維ボビンB2に巻き付けられた状態の樹脂含浸カーボン纖維束W2を、カーボン単纖維c fがほぼ円形となるように集合した状態の巻き込み当初の纖維束として、図4のB部概略断面に示すように、下流に送り出す。

20

【0043】

図4に示すように、纖維束導入口ーラー123uは、第1ボビン保持ユニット130Aの送り出す樹脂含浸カーボン纖維束W1の送り出し経路の下流に位置し、弛み抑制シャフト137から送り出される樹脂含浸カーボン纖維束W1と接触する。この纖維束導入口ーラー123uは、図4の紙面奥側から手前側、およびその逆に移動したり、図4の紙面に対して左右に傾動することで、第1ボビン保持ユニット130Aから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1を第1給糸ローラー121の所定の纖維束集合箇所に導く。第2ボビン保持ユニット130Bの下流の纖維束導入口ーラー123dにあっても纖維束導入口ーラー123uと同様に駆動し、第2ボビン保持ユニット130Bから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W2を第1給糸ローラー121の所定の纖維束集合箇所に導く。制御装置160は、第1纖維ボビンB1および第2纖維ボビンB2からのボビン軸方向に沿った纖維束送り出し位置や送り出し速度に基づいて、上記の両纖維束導入口ーラーを駆動するので、第1ボビン保持ユニット130Aから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1と、第2ボビン保持ユニット130Bから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W2とは、共に、第1給糸ローラー121の所定の纖維束集合箇所に常に導かれる。本実施形態では、樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とがほぼ同軸で上下に重なるように、両纖維束を纖維束導入口ーラー123uと纖維束導入口ーラー123dで導くようにした。

30

【0044】

これにより、第1ボビン保持ユニット130Aから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1と、第2ボビン保持ユニット130Bから送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W2とは、第1給糸ローラー121においてほぼ同軸で上下に集合して重なる。よって、ボビンユニット120は、第1給糸ローラー121より下流側では、図4のC部概略断面に

40

50

示すように、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とが上下に重なった上でカーボン単纖維c fが入り組んだ樹脂含浸カーボン纖維束Wとして、この樹脂含浸カーボン纖維束Wを、第2給糸ローラー122を経て纖維束分配ユニット150、延いてはヘリカル巻きユニット100Hの纖維束案内体210に供給する。こうして纖維束案内体210に供給される樹脂含浸カーボン纖維束Wは、第1給糸ローラー121にて上記の両纖維束が上下に重なった上で第1給糸ローラー121に接触して送り出されること、更に第2給糸ローラー122に接触した上でその進行方向が変えられて送り出されることから、第2ボビン保持ユニット130Bからの送り出し直後では図4のB部概略断面に示すようにほぼ円形にカーボン単纖維c fが集合していた樹脂含浸カーボン纖維束W2にあっても、含まれるカーボン単纖維c fが拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1のカーボン単纖維c fに入り込むようにして当該纖維束に倣うよう拡幅された状態となる。この場合、第2給糸ローラー122を、制御装置160の制御を受けて図4における紙面左右方向に移動させて、第1給糸ローラー121を経て送り出される樹脂含浸カーボン纖維束Wにテンションを加えれば、ほぼ円形にカーボン単纖維c fが集合していた樹脂含浸カーボン纖維束W2を、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1により一層と倣うように拡幅できる。

10

【0045】

次に、ボビンユニット120から樹脂含浸カーボン纖維束Wの供給を受けて、その樹脂含浸カーボン纖維束Wをライナー10の外表面に案内する纖維束案内体210について説明する。図8は纖維束案内体210の概略的な外観をX-X線の断面視の概略と共に示す説明図である。

20

【0046】

纖維束案内体210は、纖維束分配ユニット150(図1参照)から供給を受けた樹脂含浸カーボン纖維束Wの幅より拡幅の凹状の矩形プレート体であり、この凹状プレート底面にて樹脂含浸カーボン纖維束Wと纖維長手方向に沿って接触し、樹脂含浸カーボン纖維束Wを案内する。こうした纖維束案内を図る上で、纖維束案内体210は、凹状プレートの底面中央域を長手方向に沿った凸条部211とし、その両側底面を下降傾斜面部212とし、幅方向端部を傾斜面部下端から上に延びた堰部213とする。また、纖維束案内体210は、凸条部211の下面側にヒーター214を備え、下降傾斜面部212の下面側の区画領域をエアー通気部215とする。このエアー通気部215に通気されたエアーは、下降傾斜面部212を介して樹脂含浸カーボン纖維束Wを冷却し、下降傾斜面部212と凸条部211との繋ぎ箇所のスリット216から、下降傾斜面部212に沿って噴出される。

30

【0047】

以上説明したように、本実施形態のFW装置100は、第1ボビン保持ユニット130Aの第1纖維ボビンB1から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1と、第2ボビン保持ユニット130Bの第2纖維ボビンB2から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W2とを纖維束分配ユニット150をへて纖維束案内体210に供給するに当たり、ボビンユニット120が有する纖維束導入口ローラー123uと纖維束導入口ローラー123dにて、第1給糸ローラー121の所定の纖維束集合箇所に常に導く。その上で、FW装置100は、第1給糸ローラー121において、樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とが上下に重ねて集合した樹脂含浸カーボン纖維束W(図4のC部概略断面参照)として、この樹脂含浸カーボン纖維束Wを、第2給糸ローラー122を経て纖維束分配ユニット150、延いてはヘリカル巻きユニット100Hの纖維束案内体210に供給する。つまり、本実施形態の100は、樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とをこの両纖維束が並行に並んだ多列の纖維束の状態ではなく、樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とが上下に重なって集合した一筋の樹脂含浸カーボン纖維束W(図4のC部概略断面参照)を纖維束案内体210に供給して、この樹脂含浸カーボン纖維束Wをライナー10の外表面に巻回する(図3(A)参照)。この結果、本実施形態のFW装置100によれば、ライナー10の外表面の低角度および高角

40

50

度のヘリカル巻回軌跡を一筋の樹脂含浸カーボン纖維束W(図4のC部概略断面参照)による軌跡とするので、ライナー10の外表面の纖維束巻回軌跡に纖維束の間の空隙を残さない。よって、本実施形態のFW装置100によれば、樹脂含浸カーボン纖維束Wをライナー10に巻回して得られた最終製品たる高圧ガスタンクにおいて、纖維束の巻回軌跡に沿って残った空隙や段差に起因した補強強度不足等を抑制でき、タンク強度を向上できる。

【0048】

本実施形態のFW装置100は、第1ボビン保持ユニット130Aの第1纖維ボビンB1から送り出された樹脂含浸カーボン纖維束W1の纖維束幅を、当該ボビンからの送り出し当初に樹脂含浸カーボン纖維束W1が接触する拡幅シャフト140にて拡幅する(図4のA部概略断面参照)。その上で、本実施形態のFW装置100は、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1を、第1給糸ローラー121にて樹脂含浸カーボン纖維束W2に上下に重ねて集合させて、第1給糸ローラー121の下流の第2給糸ローラー122から纖維束案内体210へ供給される樹脂含浸カーボン纖維束Wの纖維束幅を幅広とできる。この結果、本実施形態のFW装置100によれば、既述したようにライナー10の外表面の低角度および高角度のヘリカル巻回軌跡に纖維束の間の空隙を残さないことに加え、纖維束幅が拡幅した状態でヘリカル巻きを行うので、ヘリカル巻き回軌跡をより幅広とできる。

【0049】

本実施形態のFW装置100は、纖維束幅が拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1に樹脂含浸カーボン纖維束W2を第1給糸ローラー121にて上下に重ねるので、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1に対して重なった樹脂含浸カーボン纖維束W2についても、その纖維束幅を拡幅する(図4のC部概略断面参照)。このため、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1に含まれる多数本のカーボン単纖維c fと樹脂含浸カーボン纖維束W2に含まれる多数本のカーボン単纖維c fとを馴染ませることができる。従って、本実施形態のFW装置100によれば、纖維束案内体210によりライナー10の外表面に巻回された低角度および高角度のヘリカル巻回軌跡において、上下に重なった積層纖維束である樹脂含浸カーボン纖維束W(図4のC部概略断面参照)に含まれる多数本のカーボン単纖維c fの間隔についてもほぼ均一とでき、巻回品質が高まる。

【0050】

本実施形態のFW装置100は、樹脂含浸カーボン纖維束W1の纖維束幅を拡幅するに当たり、第1纖維ボビンB1から送り出される樹脂含浸カーボン纖維束W1と接触する拡幅シャフト140の内部から、この樹脂含浸カーボン纖維束W1に向けてエアーを噴出する。よって、本実施形態のFW装置100によれば、拡幅シャフト140からのエアーフローという簡便な手法で、樹脂含浸カーボン纖維束W1の纖維束幅を拡幅できるので、機器構成の簡略化と、低コスト化を図ることができる。また、エアーフローによる拡幅であるため、樹脂含浸カーボン纖維束W1に含まれる個々のカーボン単纖維c fに損傷を与えないようにでき、巻回品質の維持或いは向上の上から有益となる。

【0051】

本実施形態のFW装置100は、ライナー10の外表面に低角度および高角度のヘリカル巻回軌跡で樹脂含浸カーボン纖維束Wを纖維束案内体210にて案内する。図9は纖維束案内体210による樹脂含浸カーボン纖維束Wの案内の様子を模式的に示す説明図である。樹脂含浸カーボン纖維束Wを案内する纖維束案内体210は、図8に示すように、樹脂含浸カーボン纖維束Wの幅より拡幅の凹状の矩形プレート体であり、樹脂含浸カーボン纖維束Wを、図9に示すように、この凹状プレート底面である凸条部211の頂上面および下降傾斜面部212の傾斜面に纖維長手方向に沿って接触させて案内する。よって、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1に樹脂含浸カーボン纖維束W2が上下に重なって纖維束案内体210まで供給された樹脂含浸カーボン纖維束Wは、纖維束案内体210の凹状プレート底面である凸条部211の頂上面とこれに続く下降傾斜面部212の傾斜面に沿うよう更に拡幅する。このため、本実施形態のFW装置100によれば、ライナー10

10

20

30

40

50

の外表面の低角度および高角度のヘリカル巻回軌跡をより幅広とできる。しかも、凹状底面に倣った樹脂含浸カーボン纖維束Wの拡幅は、凹状両端の堰部213にて制限されるので、拡幅後の樹脂含浸カーボン纖維束Wの形状を安定化でき、巻回品質も高まる。

【0052】

本実施形態のFW装置100は、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1と樹脂含浸カーボン纖維束W2とが上下に重なった樹脂含浸カーボン纖維束Wを纖維束案内体210に案内するに当たり、第1纖維ボビンB1の樹脂含浸カーボン纖維束W1を拡幅することで、その拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束W1が、纖維束案内体210における凸条部211の頂上面および下降傾斜面部212に接触するようにした。よって、纖維束案内体210における樹脂含浸カーボン纖維束Wの案内において、確実に樹脂含浸カーボン纖維束Wを上記の頂上面と傾斜面に接触させて、纖維束案内体210による拡幅の実効性が高まる。10

【0053】

本実施形態のFW装置100は、纖維束案内体210にて樹脂含浸カーボン纖維束Wを案内しつつ拡幅するに当たり、凸条部211をヒーター214により加熱し、凸条部211の両側の下降傾斜面部212では、エアー通気により冷却する。纖維束案内体210まで案内された樹脂含浸カーボン纖維束Wは、熱硬化性樹脂に予め含浸されていることから、凸条部211の頂上面との接触範囲で熱せられるので、樹脂の軟化により容易に拡幅する。また、樹脂含浸カーボン纖維束Wは、下降傾斜面部212での冷却を受けるので、堰部213を超えるように過度に拡幅されない。こうしたことから、本実施形態のFW装置100によれば、樹脂含浸カーボン纖維束Wの更なる拡幅の実効性と拡幅後の樹脂含浸カーボン纖維束Wの形状安定化の実効性とが高まるので、低角度および高角度のヘリカル巻きの巻回品質をより高めることができる。20

【0054】

本実施形態のFW装置100は、エアー通気部215に通気したエアーを、図9に示すように、凸条部211と下降傾斜面部212との繋ぎ箇所に設けたスリット216から、下降傾斜面部212に沿って吹き出す。よって、本実施形態のFW装置100によれば、纖維束案内体210において、その中央域の凸条部211からその両側の下降傾斜面部212に向けた樹脂含浸カーボン纖維束Wの拡幅が進むので、纖維束の更なる拡幅の実効性と拡幅後の纖維束の形状安定化の実効性とがより高まり、低角度および高角度のヘリカル巻きの巻回品質をより一層と高めることができる。30

【0055】

本発明は、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、或いは、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。

【0056】

本実施形態では、高圧ガスタンクのコア材であるライナー10を纖維巻回対象物としたが、ライナー以外の纖維巻回対象物に纖維を巻回するようにしてもよい。また、本実施形態では、第1纖維ボビンB1と第2纖維ボビンB2の両纖維ボビンに樹脂含浸カーボン纖維を巻き取り済みとしたが、熱硬化性樹脂の未含浸のカーボン纖維を巻き取るようにもよい。この場合には、纖維束分配ユニット150から纖維束案内体210に樹脂未含浸のカーボン纖維束を供給する際に、纖維束案内体210の上流の樹脂槽にカーボン纖維束を沈め込む等して、樹脂含浸カーボン纖維束Wとすればよい。40

【0057】

本実施形態では、フープ巻きユニット100Fとヘリカル巻きユニット100Hとを有するFW装置100において、クリルスタンド110からヘリカル巻きユニット100Hに樹脂含浸カーボン纖維束Wを供給したが、ヘリカル巻きユニット100Hのみを有する50

F W 装置 1 0 0 に適用できる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、図 4 に示した第 1 ボビン保持ユニット 1 3 0 A と第 2 ボビン保持ユニット 1 3 0 B のうち、第 1 ボビン保持ユニット 1 3 0 A の第 1 繊維ボビン B 1 から送り出される樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 を、拡幅シャフト 1 4 0 にて拡幅したが、第 2 ボビン保持ユニット 1 3 0 B の第 2 繊維ボビン B 2 から送り出される樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 を、拡幅するようにしてもよい。また、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 を共に、拡幅するようにしてもよい。

【 0 0 5 9 】

本実施形態では、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 の二つの纖維束をほぼ同軸に上下に重ねて樹脂含浸カーボン纖維束 W としたが、この両纖維束が第 1 細糸ローラー 1 2 1 の所定の纖維束集合箇所において上下に重なればよい。図 1 0 は樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 の上下の重なりの他の様子を示す説明図である。図示するように、この実施形態では、樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 は、図における左方側で樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 に上下に重なるが、この様子であっても、ボビンユニット 1 2 0 は、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 の両纖維束が並行に並んだ多列の纖維束の状態ではなく、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 とが上下に重なって集合した一筋の樹脂含浸カーボン纖維束 W として纖維束案内体 2 1 0 に供給する。

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 の二つの纖維束を上下に重ねて樹脂含浸カーボン纖維束 W としたが、ボビンユニット 1 2 0 におけるボビン保持ユニットを増やし、三つ以上の樹脂含浸カーボン纖維束を上下に重ねた多数層の樹脂含浸カーボン纖維束を纖維束案内体 2 1 0 に供給するようにしてもよい。このように多数層とする場合には、拡幅シャフト 1 4 0 からのエアー噴出を増やしたり、多数の拡幅シャフト 1 4 0 にて拡幅を図るようにして、個々の樹脂含浸カーボン纖維束の拡幅度合いを高めることが好ましい。また、三つ以上の樹脂含浸カーボン纖維束を上下に重ねるに当たり、隣り合う纖維束が交互に重なるようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は三つの樹脂含浸カーボン纖維束を上下に重ねた一様の樹脂含浸カーボン纖維束を示す説明図である。図示するように、この実施形態では、第 1 繊維ボビン B 1 ~ 第 3 繊維ボビン B の三つの纖維ボビンからの樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 ~ W 3 を、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 については、図 5 ~ 図 7 で示した拡幅シャフト 1 4 0 にて拡幅済みとして第 1 細糸ローラー 1 2 1 の所定の纖維束集合箇所に導く。この際には、樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 が並ぶようになる。その上で、樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 については、隣り合う樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 に上下に重なるように、第 1 細糸ローラー 1 2 1 の所定の纖維束集合箇所に導く。こうしても、第 1 細糸ローラー 1 2 1 から下流では、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 とが上下に重なった上でカーボン単纖維 c f が入り組んだ樹脂含浸カーボン纖維束 W として、この樹脂含浸カーボン纖維束 W をヘリカル巻きユニット 1 0 0 H の纖維束案内体 2 1 0 に供給でき、既述した効果を奏することができる。この図 1 1 において、樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 についてもこれを拡幅し、拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 を、隣り合う樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 に上下に重なるように、第 1 細糸ローラー 1 2 1 の所定の纖維束集合箇所に導いてよい。また、樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 を拡幅済みの纖維束とし、隣り合う樹脂含浸カーボン纖維束 W 1 と樹脂含浸カーボン纖維束 W 3 を未拡幅とし、この両纖維束に拡幅済みの樹脂含浸カーボン纖維束 W 2 を上下に重なるように、第 1 細糸ローラー 1 2 1 の所定の纖維束集合箇所に導いてよい。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

本実施形態では、拡幅シャフト140の内部からのエアー噴出により樹脂含浸カーボン繊維束W1の拡幅を図ったが、樹脂含浸カーボン繊維束W1が接触する拡幅シャフト140を振動等することで、樹脂含浸カーボン繊維束W1を拡幅するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0063】

10 ... ライナー	
10a ... シリンダー部	
10b ... ドーム部	
14 ... 口金	
100 ... FW装置(フィラメントワインディング装置)	10
100F ... フープ巻きユニット	
100H ... ヘリカル巻きユニット	
102 ... ライナー軸支シャフト	
110 ... クリルスタンド	
120 ... ボビンユニット	
121 ... 第1給糸ローラー	
122 ... 第2給糸ローラー	
123d ... 繊維束導入口ローラー	
123u ... 繊維束導入口ローラー	
130A ... 第1ボビン保持ユニット	20
130B ... 第2ボビン保持ユニット	
132 ... 円形板	
133 ... ボビン駆動部	
134 ... シャフト保持腕	
137 ... 弛み抑制シャフト	
138 ... 案内シャフト	
140 ... 拡幅シャフト	
141 ... 蓋部	
142 ... 外殻部	
143 ... 孔	30
145 ... 配管	
150 ... 繊維束分配ユニット	
160 ... 制御装置	
202 ... 繊維束案内フレーム	
204 ... 固定フレーム	
210 ... 繊維束案内体	
211 ... 凸条部	
212 ... 下降傾斜面部	
213 ... 壁部	
214 ... ヒーター	40
215 ... エアー通気部	
216 ... スリット	
300 ... 基台	
302 ... 第1レール	
304 ... 第2レール	
310 ... 支持台	
312 ... ベース	
314 ... 支持腕	
316 ... チャック	
B1 ... 第1繊維ボビン	50

B 2 ... 第 2 繊維ボビン
 W ... 樹脂含浸カーボン纖維束
 W 1 ... 樹脂含浸カーボン纖維束
 W 2 ... 樹脂含浸カーボン纖維束
 E L ... 端部
 E R ... 端部
 A X ... タンク中心軸
 C Y ... ボビン軸
 c f ... カーボン単纖維

【図 1】

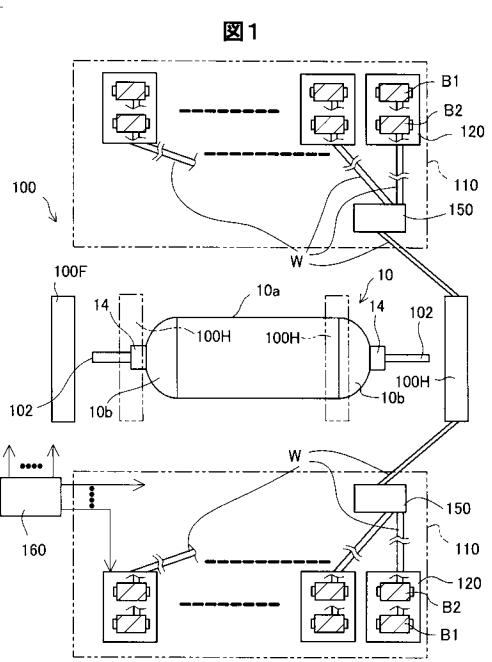


図1

【図 2】

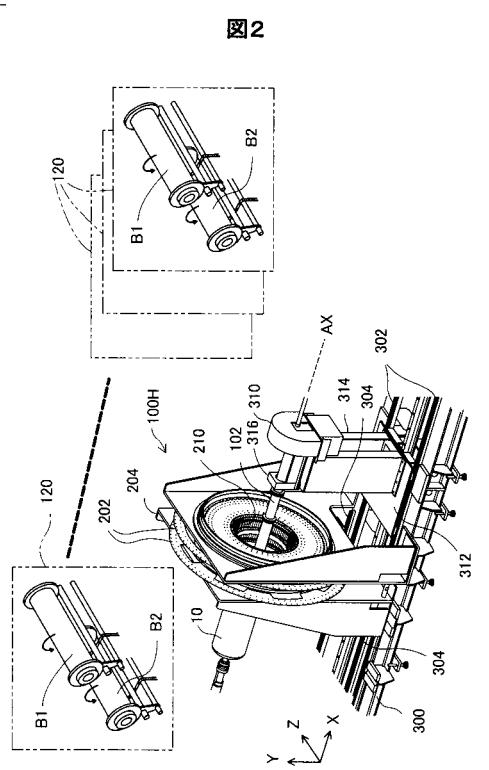
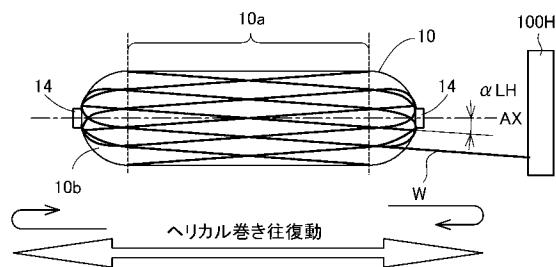


図2

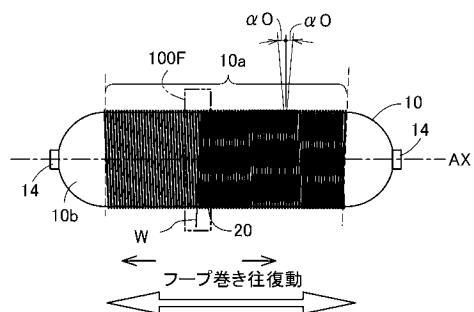
【図3】

図3

(A) 低角度ヘリカル層(低ヘリカル巻き)

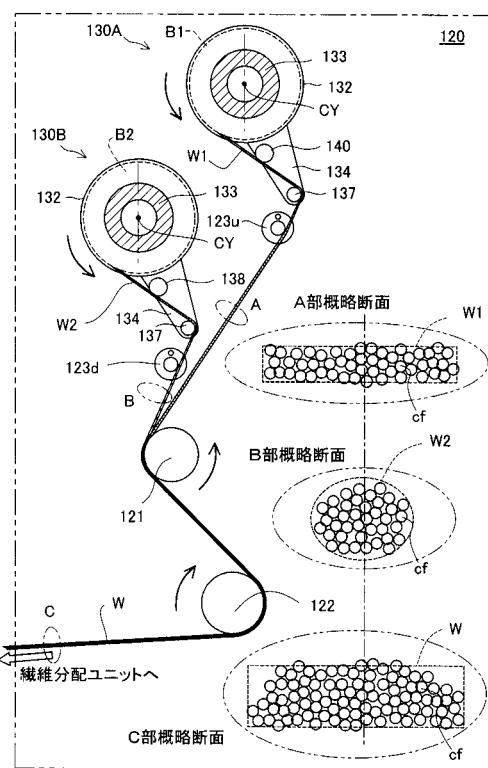


(B) フープ層(フープ巻き)



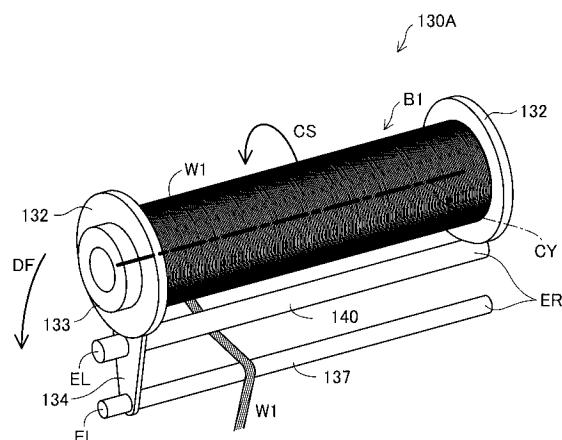
【図4】

図4



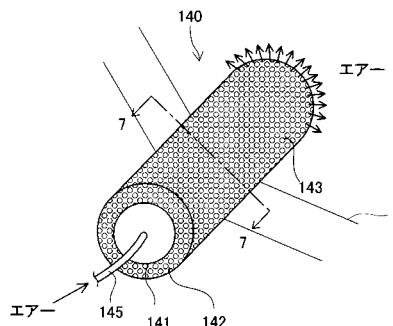
【図5】

図5



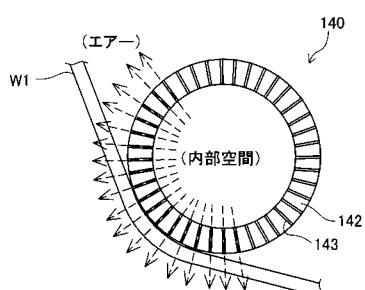
【図6】

図6



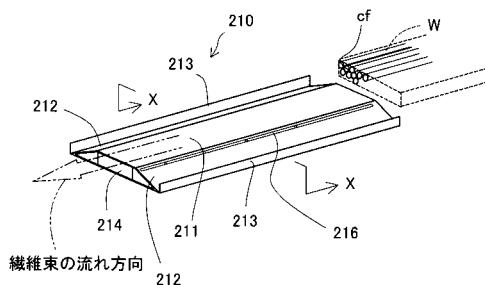
【図7】

図7

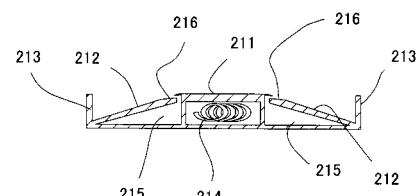


【図8】

図8

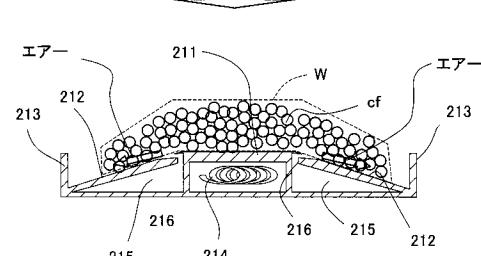
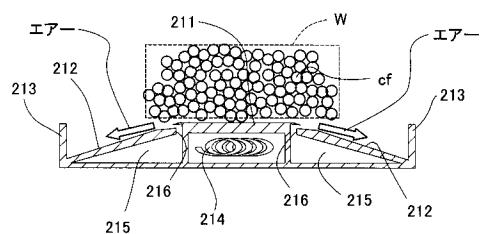


X-X線断面



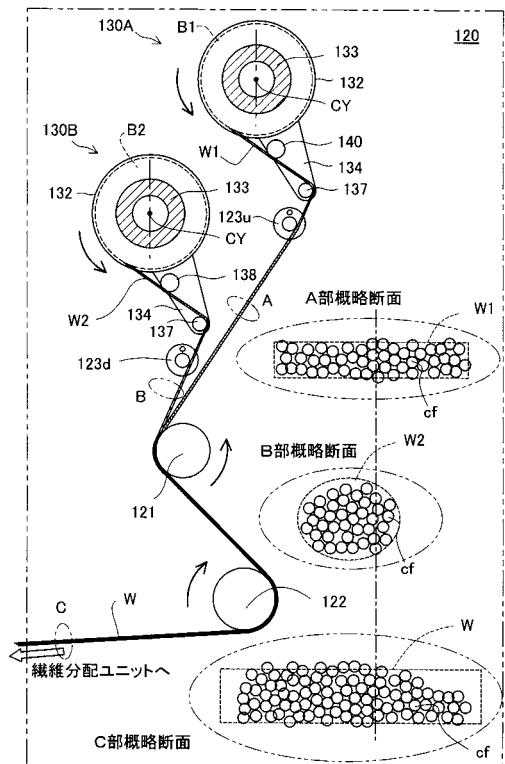
【図9】

図9



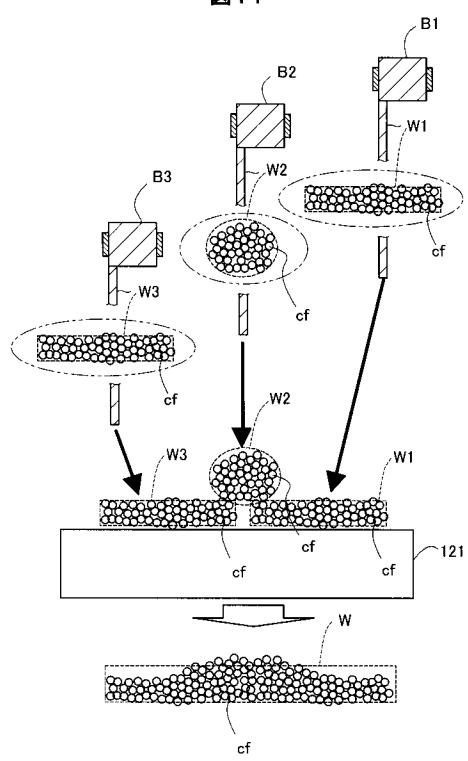
【図10】

図10



【図11】

図11



フロントページの続き

(72)発明者 谷川 元洋

京都府京都市伏見区竹田向代町136番地 村田機械株式会社内

(72)発明者 中村 大五郎

京都府京都市伏見区竹田向代町136番地 ムラタエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 4F205 AA36 AD16 AG06 AH55 HA02 HA23 HA33 HA37 HB01 HC02

HC17 HF05 HF23 HK23 HL02 HL11 HL21