

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5910268号
(P5910268)

(45) 発行日 平成28年4月27日(2016.4.27)

(24) 登録日 平成28年4月8日(2016.4.8)

(51) Int. Cl. F I
DO3D 3/02 (2006.01) DO3D 3/02
DO3D 3/08 (2006.01) DO3D 3/08
CO8J 5/04 (2006.01) CO8J 5/04 C E Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-91980 (P2012-91980)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成24年4月13日(2012.4.13)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2013-221220 (P2013-221220A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成25年10月28日(2013.10.28)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成26年9月5日(2014.9.5)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	堀 藤夫
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内
		(72) 発明者	都築 誠
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維構造体、繊維強化複合材料、繊維構造体の製造方法、及び繊維強化複合材料の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも第1筒部と、該第1筒部に連続し、かつ周長が前記第1筒部に比べて長い第2筒部と、からなる筒状構造をなし、

前記第1筒部及び前記第2筒部の軸方向の全長に亘って該軸方向と平行な方向に延び、かつ周方向に並ぶ複数の第1軸方向系と、

前記第1筒部及び前記第2筒部の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びる周方向系と、を少なくとも織った織物からなる繊維構造体であって、

前記第2筒部における前記第1軸方向系同士の間、前記軸方向に延びるとともに、前記第2筒部の軸方向の全長のうちの少なくとも一部の長さに亘って設けられる第2軸方向系が織り込まれており、

前記第2軸方向系の前記第1筒部側の先端は、前記繊維構造体の外周面に巻き付けられた固定部材によって前記繊維構造体の外周面に保持されていることを特徴とする繊維構造体。

【請求項2】

前記筒状構造は、前記第1筒部に対する前記軸方向の両側に前記第2筒部を備える請求項1に記載の繊維構造体。

【請求項3】

繊維構造体にマトリックス樹脂を含浸させてなる繊維強化複合材料であって、前記繊維構造体が請求項1又は請求項2に記載の繊維構造体であることを特徴とする繊維強化複合

材料。

【請求項 4】

少なくとも第 1 筒部と、該第 1 筒部に連続し周長が前記第 1 筒部に比べて長い第 2 筒部と、からなる筒状構造をなし、

前記第 1 筒部及び前記第 2 筒部の軸方向の全長に亘って該軸方向と平行な方向に延び、かつ周方向に並ぶ複数の第 1 軸方向糸と、

前記第 1 筒部及び前記第 2 筒部の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びる周方向糸と、を少なくとも織った織物からなる繊維構造体の製造方法であって、

前記軸方向に延びる形状をした前記繊維構造体の成形型が、第 1 成形部と、周長が前記第 1 成形部に比べて長い第 2 成形部と、を少なくとも有し、

前記成形型の軸方向に沿って前記第 1 軸方向糸を配列するとともに、前記成形型の周方向に沿って前記周方向糸を配列して前記第 1 筒部を形成し、

前記第 1 軸方向糸同士の間第 2 軸方向糸を織り込んで前記第 2 筒部を形成することを特徴とする繊維構造体の製造方法。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の製造方法によって得られた繊維構造体にマトリックス樹脂を含浸させることを特徴とする繊維強化複合材料の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維構造体、繊維強化複合材料、繊維構造体の製造方法、及び繊維強化複合材料の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

軽量、高強度の材料として繊維強化複合材料が使用されている。繊維強化複合材料は、繊維構造体が樹脂や金属等のマトリックス中に複合化されることにより、マトリックス自体に比べて力学的特性（機械的特性）が向上するため、構造部品として好ましい。特にマトリックスとして樹脂を使用した場合は、構造部品の軽量化が図れるため好ましい。そして、繊維構造体としては、筒状をなす三次元ブレイディングを採用したものがあ（例えば、特許文献 1 参照）。三次元ブレイディングは、三次元ブレイディング装置を使用してマンドレルに糸条を巻き付けて形成される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 220748 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、三次元ブレイディングにおいて、その軸方向の位置によって周長が異なると、外径がその他の部位に比べて小さい小径部では、糸条が軸方向に集まってしまい、三次元ブレイディングの厚みが厚くなってしまふ。一方、三次元ブレイディングにおいて、外径が小径部に比べて大きい大径部では、外径が大きくなるに従い軸方向に延びる糸条同士の間隔、及び周方向に延びる糸条同士の間隔が広がり、小径部に比べて織組織が粗くなるとともに厚みが薄くなってしまふ。このため、三次元ブレイディングにおいては厚みにばらつきが生じてしまふ。よって、この厚みのばらつきを無くすため、三次元ブレイディング装置によって、送り出される糸条の角度を調節して織組織の密度を部位毎に変更する必要があり、三次元ブレイディングの製造が面倒になってしまふ。

40

【0005】

本発明は、織組織の密度のばらつきを抑え、厚みのばらつきを抑えることができる繊維構造体、繊維強化複合材料、繊維構造体の製造方法、及び繊維強化複合材料の製造方法を

50

提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、少なくとも第1筒部と、該第1筒部に連続し、かつ周長が前記第1筒部に比べて長い第2筒部と、からなる筒状構造をなし、前記第1筒部及び前記第2筒部の軸方向の全長に亘って該軸方向と平行な方向に延び、かつ周方向に並ぶ複数の第1軸方向糸と、前記第1筒部及び前記第2筒部の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びる周方向糸と、を少なくとも織った織物からなる繊維構造体であって、前記第2筒部における前記第1軸方向糸同士の間、前記軸方向に延びるとともに、前記第2筒部の軸方向の全長のうちの少なくとも一部の長さに亘って設けられる第2軸方向糸が織り込まれており、前記第2軸方向糸の前記第1筒部側の先端は、前記繊維構造体の外周面に巻き付けられた固定部材によって前記繊維構造体の外周面に保持されていることを要旨とする。

10

また、請求項2に記載の発明は、前記筒状構造は、前記第1筒部に対する前記軸方向の両側に前記第2筒部を備える請求項1に記載の繊維構造体である。

【0007】

また、請求項3に記載の発明は、繊維構造体にマトリックス樹脂を含浸させてなる繊維強化複合材料であって、前記繊維構造体が請求項1又は請求項2に記載の繊維構造体である。

【0008】

また、請求項4に記載の発明は、少なくとも第1筒部と、該第1筒部に連続し周長が前記第1筒部に比べて長い第2筒部と、からなる筒状構造をなし、前記第1筒部及び前記第2筒部の軸方向の全長に亘って該軸方向と平行な方向に延び、かつ周方向に並ぶ複数の第1軸方向糸と、前記第1筒部及び前記第2筒部の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びる周方向糸と、を少なくとも織った織物からなる繊維構造体の製造方法であって、前記軸方向に延びる形状をした前記繊維構造体の成形型が、第1成形部と、周長が前記第1成形部に比べて長い第2成形部と、を少なくとも有し、前記成形型の軸方向に沿って前記第1軸方向糸を配列するとともに、前記成形型の周方向に沿って前記周方向糸を配列して前記第1筒部を形成し、前記第1軸方向糸同士の間、第2軸方向糸を織り込んで前記第2筒部を形成するものである。

20

【0009】

また、請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の製造方法によって得られた繊維構造体にマトリックス樹脂を含浸させることを特徴とするものである。

これによれば、第2筒部より周長が短い第1筒部では、第1軸方向糸と周方向糸が軸方向に集まり、織組織の密度が高くなりやすい。一方、第1筒部より周長が長い第2筒部では、第1軸方向糸同士の間隔、及び周方向糸同士の間隔が広がり、織組織の密度が低くなりやすい。このため、第1筒部と第2筒部とでは織組織の密度がばらつきやすい。しかし、第2筒部においては、第2軸方向糸によって、第2軸方向糸が無い場合と比べて織組織の密度を高くして、第1筒部と第2筒部の織組織の密度のばらつきを抑えている。その結果として、第1筒部と第2筒部とで、厚みのばらつきを抑え、厚みを繊維構造体全体でほぼ均一にすることができる。そして、繊維構造体の織組織の密度がほぼ均一であるため、この繊維構造体を用いた繊維強化複合材料においては、マトリックス樹脂を繊維構造体中含浸させたとき、マトリックス樹脂が均一に分散され、第1軸方向糸、周方向糸、及び第2軸方向糸の交差によって形成される織目は速やかに埋まる。また、織目のばらつきを抑えることができるため、繊維強化複合材料においてはマトリックス樹脂がリッチの部位が形成されにくくなり、繊維強化複合材料の強度低下を抑えることができる。

30

40

【0010】

前記筒状構造は、前記第1筒部に対する前記軸方向の両側に前記第2筒部を備えるものであってもよい。

これによれば、第1筒部には、両第2筒部からの周方向糸が集まり、織組織の密度が高

50

くなりやすい。しかし、両第2筒部それぞれに第2軸方向糸を追加することで、両第2筒部の繊維組織の密度を高めて第1筒部の繊維組織の密度に合わせることができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、繊維組織の密度のばらつきを抑え、厚みのばらつきを抑えることができる繊維構造体、繊維強化複合材料、繊維構造体の製造方法、及び繊維強化複合材料の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】(a)はマンドレルに形成された実施形態の繊維構造体を示す斜視図、(b)は繊維強化複合材料を示す側面図。

10

【図2】三次元織機を示す模式図。

【図3】一方の第2筒部において第2軸方向糸を配列した状態を示す模式図。

【図4】第1筒部を形成する状態を示す模式図。

【図5】他方の第2筒部において第2軸方向糸を配列した状態を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図1～図5にしたがって説明する。

図1(a)に示すように、繊維構造体11は、円筒状に形成されるとともに、繊維組織が平織りによって形成された織物である。詳細に説明すると、繊維構造体11は、その中心軸Lの延びる方向(以下、軸方向とする)の位置によって周長が異なるように形成された筒状構造をなす織物である。繊維構造体11において、軸方向の中央には、外径及び内径が一定の円筒状をなす第1筒部12が形成されている。また、繊維構造体11において、第1筒部12よりも軸方向の両側には第2筒部13が、それぞれ第1筒部12に連続して形成されている。両第2筒部13は、第1筒部12から繊維構造体11の軸方向両端に向かう従い、外径及び内径が徐々に大きくなるように形成されている。なお、両第2筒部13は、外径及び内径が同じになっている。よって、第2筒部13は、外周面及び内周面における周長が、第1筒部12より長くなっている。

20

【0014】

繊維構造体11は、繊維構造体11の軸方向の全長に亘って延びる複数の第1軸方向糸21を備える。また、繊維構造体11は、繊維構造体11の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びる周方向糸22を備える。さらに、繊維構造体11は、両第2筒部13のみに設けられて第1軸方向糸21同士の間設けられる第2軸方向糸23を備える。そして、第1筒部12は、第1軸方向糸21と周方向糸22を織ってなる平織りの繊維組織によって形成されるとともに、第2筒部13は、第1軸方向糸21と周方向糸22と第2軸方向糸23とを織ってなる平織りの繊維組織によって形成されている。

30

【0015】

複数の第1軸方向糸21は、繊維構造体11(第1筒部12及び第2筒部13)の軸方向の全長に亘って延びるとともに、軸方向と平行な方向に延び、かつ繊維構造体11の周方向に等間隔おきに並んで配列されている。また、周方向糸22は、繊維構造体11(第1筒部12及び第2筒部13)の周方向に沿い、かつ軸方向の全長に亘って螺旋状に延びている。第2軸方向糸23は、両第2筒部13のみに設けられ、繊維構造体11の軸方向に延びるとともに、第2筒部13の全長の一部の長さ亘って延びている。

40

【0016】

図1(b)に示すように、繊維構造体11において、第1筒部12と第2筒部13の境界、すなわち、繊維構造体11の外径及び内径が変化しなくなる位置を境界Kとする。この場合、図1(b)の矢印Xに示すように、第2軸方向糸23は、両第2筒部13の開口端(繊維構造体11の軸方向両端)と、境界Kよりも第2筒部13側との間に設けられている。さらに、第2軸方向糸23は、第2筒部13において、周方向に隣り合う第1軸方向糸21同士の間配列されている。よって、第2筒部13では、第1軸方向糸21と第

50

2軸方向系23が繊維構造体11の周方向へ交互に等間隔おきに配列されている。また、複数の第2軸方向系23において、第1筒部12側の先端は、繊維構造体11の外周面に巻き付けられた固定部材24によって繊維構造体11の外周面に保持されている。なお、固定部材24は、例えば、可撓性を有する樹脂材料によって環状に形成されている。

【0017】

なお、第1軸方向系21、周方向系22、及び第2軸方向系23は、炭素繊維製の強化繊維によって形成されている。なお、「強化繊維」とは、繊維構造体11を複合材料の強化繊維基材として使用した際に、繊維強化複合材料のマトリックス樹脂を強化する役割を担う繊維束を意味する。そして、第1軸方向系21、周方向系22、及び第2軸方向系23は、それぞれ炭素繊維の繊維束からなる。

10

【0018】

次に、繊維構造体11の作用について説明する。

繊維構造体11において、第2筒部13は、第2筒部13の先端（繊維構造体11の軸方向両端）に向かうに従い外径が徐々に大きくなるため、周方向に隣り合う第1軸方向系21の間隔は徐々に広がっていくが、この第1軸方向系21同士の間には第2軸方向系23が配列されている。このため、第1筒部12より大径をなす第2筒部13においては、第2軸方向系23が織り込まれていることで、第1筒部12とほぼ同じ密度の織組織が形成されている。すなわち、第1軸方向系21及び第2軸方向系23と、周方向系22とが交差することで形成される第2筒部13での織目の大きさは、第1軸方向系21と周方向系22とが交差することで形成される第1筒部12での織目の大きさとほぼ同じになっている。すなわち、繊維構造体11全体で、織目の大きさがほぼ均一になっている。また、目付け（単位面積当たりの重量）も第1筒部12と第2筒部13とでほぼ同じになっている。よって、繊維構造体11は、第2軸方向系23を第2筒部13に織り込むことで、第2筒部13を第1筒部12の織組織に合わせている。

20

【0019】

次に、繊維構造体11の製造方法について説明する。

まず、繊維構造体11を製造する三次元織機40について説明する。図2に示すように、三次元織機40は、繊維構造体11の製織部Sを挟んで両側に分割された状態に構成されている。そして、三次元織機40には、製織部Sの一方側に第1系固定テーブル41が第1スプライン軸42と一体的に移動及び回転可能に配設されている。第1スプライン軸42には、放射状に延びる多数の第1アーム43を有する第1支持体44が一体回転可能に支持されている。各第1アーム43の先端には、第1エアシリンダ45が固定されている。第1エアシリンダ45のピストンロッド45aの先端には、電磁石の作用によって、磁性体製のポピンホルダ46を吸着保持する第1ホルダ保持体47が装着されている。ポピンホルダ46には、第1軸方向系21が巻き付けられた軸方向系ポピン48が着脱可能に取り付けられている。

30

【0020】

三次元織機40において、製織部Sの他方側に第2系固定テーブル51が第2スプライン軸52と一体的に移動及び回転可能に配設されている。第2スプライン軸52には、放射状に延びる多数の第2アーム53を有する第2支持体54が一体回転可能に支持されている。各第2アーム53の先端には、第2エアシリンダ55が固定されている。第2エアシリンダ55のピストンロッド55aの先端には、電磁石の作用によって、上記のポピンホルダ46を吸着保持する第2ホルダ保持体57が装着されている。第1ホルダ保持体47と、第2ホルダ保持体57とは、それぞれ同一対が常に対向する位置関係にあり、第1及び第2エアシリンダ45、55の作動による第1及び第2ホルダ保持体47、57の移動と、電磁石の励消磁により、同じ1個のポピンホルダ46の受け渡しを行うようになっている。

40

【0021】

ポピンホルダ46よりも外側には、周方向系供給部60が配設されている。周方向系供給部60を構成する支持フレーム61は、第1及び第2スプライン軸42、52を中心と

50

した放射方向に配設されるとともに、支持フレーム 6 1 の外周側には、周方向糸 2 2 が巻き付けられた周方向糸ポビン 6 2 が着脱可能に装着されている。また、支持フレーム 6 1 の内周側には、周方向糸ポビン 6 2 から繰り出される周方向糸 2 2 を製織部 5 に導く糸ガイド 6 4 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

また、第 1 糸固定テーブル 4 1 と第 2 糸固定テーブル 5 1 との間には、繊維構造体 1 1 を成形するためのマンドレル 7 1 (成形型) が配設される。このマンドレル 7 1 は、第 1 及び第 2 スプライン軸 4 2 , 5 2 の軸方向への移動に伴い移動するように三次元織機 4 0 に支持されている。また、マンドレル 7 1 は、繊維構造体 1 1 と相似形をなす円柱状に形成されている。マンドレル 7 1 の軸方向の中央には、外径が一定の第 1 成形部 7 2 が形成されている。また、マンドレル 7 1 において、第 1 成形部 7 2 よりも軸方向の両側には第 2 成形部 7 3 が形成されている。この両第 2 成形部 7 3 は、第 1 成形部 7 2 から両端側に向かう従い、直径が徐々に大きくなるように形成されている。よって、マンドレル 7 1 は、第 1 成形部 7 2 、及び第 2 成形部 7 3 によって周長が軸方向の位置によって異なっており、第 2 成形部 7 3 の周長は、第 1 成形部 7 2 の周長より長くなっている。

10

【 0 0 2 3 】

次に、三次元織機 4 0 を用いた繊維構造体 1 1 の製造方法について説明する。

まず、繊維構造体 1 1 の製造に先立って、第 1 糸固定テーブル 4 1 と第 2 糸固定テーブル 5 1 の間にマンドレル 7 1 を配設する。そして、一方の第 2 筒部 1 3 から製織を開始する。まず、第 1 糸固定テーブル 4 1 に、各ポビンホルダ 4 6 に装着された軸方向糸ポビン 4 8 から繰り出された第 1 軸方向糸 2 1 の一端を固定し、マンドレル 7 1 の周囲に第 1 軸方向糸 2 1 を放射状に配置する。このとき、複数のポビンホルダ 4 6 は、一部が第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持されるとともに、残りが第 2 ホルダ保持体 5 7 に保持されている。また、周方向糸ポビン 6 2 から繰り出された周方向糸 2 2 の一端を第 1 糸固定テーブル 4 1 に固定する。

20

【 0 0 2 4 】

次に、第 1 及び第 2 エアシリンダ 4 5 , 5 5 の作動と、電磁石の励消磁により、各ポビンホルダ 4 6 を第 1 ホルダ保持体 4 7 と第 2 ホルダ保持体 5 7 の間で受け渡ししながら、回転する周方向糸ポビン 6 2 から周方向糸 2 2 を繰り出せる。同時に、図 2 の矢印 Y に示すように、マンドレル 7 1 を軸方向に沿って移動させ、第 1 糸固定テーブル 4 1 が各軸方向糸ポビン 4 8 から離れるように移動させる。すると、第 1 軸方向糸 2 1 が第 2 成形部 7 3 の軸方向に沿って配列されるとともに、それら第 1 軸方向糸 2 1 が配列した状態で周方向糸 2 2 によって第 2 成形部 7 3 に保持され、平織り状の織組織が形成されていく。

30

【 0 0 2 5 】

第 1 成形部 7 2 に第 1 軸方向糸 2 1 及び周方向糸 2 2 を配列する前、図 3 に示すように、複数の軸方向糸ポビン 4 8 のうちの一部を、第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持させたままにし、複数の第 1 軸方向糸 2 1 のうちの一部が第 1 成形部 7 2 に配列されないようにする。軸方向糸ポビン 4 8 を第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持したままにすることで、残された第 1 軸方向糸 2 1 によって第 2 成形部 7 3 に対して第 2 軸方向糸 2 3 を配列する一方で、第 1 成形部 7 2 に対しては第 2 軸方向糸 2 3 が配列されないようにする。

40

【 0 0 2 6 】

すると、マンドレル 7 1 の移動に伴い、第 2 成形部 7 3 では第 1 軸方向糸 2 1 が連続して配列される部位と、第 1 軸方向糸 2 1 の配列が停止される部位とが形成される。その結果、第 2 成形部 7 3 においては、配列が停止された第 1 軸方向糸 2 1 によって第 2 軸方向糸 2 3 が配列される。そして、マンドレル 7 1 が移動していく最中に、第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持された軸方向糸ポビン 4 8 から繰り出された第 1 軸方向糸 2 1 は、第 2 成形部 7 3 付近で切断される。その結果、切断された第 1 軸方向糸 2 1 によって第 2 軸方向糸 2 3 が形成されるとともに、第 1 軸方向糸 2 1 が切断された軸方向糸ポビン 4 8 は、第 1 軸方向糸 2 1 を繰り出すことなく第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持されたままとなる。

【 0 0 2 7 】

50

続けて、図4に示すように、第1ホルダ保持体47に保持されたままの軸方向系ポピン48以外の、残りの軸方向系ポピン48を、第1ホルダ保持体47と第2ホルダ保持体57で受け渡ししながら、マンドレル71を移動させる。そして、第1成形部72に第1軸方向系21を配列させるとともに、周方向系ポピン62をマンドレル71の周囲に回転させながら周方向系22を繰り出させ、周方向系22を第1成形部72に巻き付ける。すると、第1軸方向系21が第1成形部72の軸方向に沿って配列されるとともに、それら第1軸方向系21が配列した状態で周方向系22によって第1成形部72に保持され、平織りの織組織が形成されていく。

【0028】

続けて、図5に示すように、第1成形部72で第1軸方向系21を繰り出した複数の軸方向系ポピン48は、そのまま第1ホルダ保持体47と第2ホルダ保持体57で受け渡ししながらマンドレル71を移動させ、他方の第2成形部73に対しても連続して第1軸方向系21を配列させる。また、周方向系ポピン62をマンドレル71の周囲に回転させながら周方向系22を繰り出させ、周方向系22を他方の第2成形部73に巻き付ける。すると、第1軸方向系21が他方の第2成形部73の軸方向に沿って配列されるとともに、それら第1軸方向系21が配列した状態で周方向系22によって他方の第2成形部73に保持され、平織りの織組織が形成されていく。

【0029】

また、他方の第2成形部73においては、第1ホルダ保持体47に保持されたままの軸方向系ポピン48から、第1軸方向系21を再び繰り出し、それら第1軸方向系21の先端を他方の第2成形部73に固定する。そして、マンドレル71の移動に伴い、第1ホルダ保持体47に保持された軸方向系ポピン48からも第1軸方向系21を繰り出させる。すると、他方の第2成形部73においては、第1軸方向系21が追加されて、その追加された第1軸方向系21によって第2軸方向系23が配列されるとともに、この第2軸方向系23は周方向系22によって他方の第2成形部73に保持される。そして、第1軸方向系21、周方向系22、及び第2軸方向系23が他方の第2成形部73に配列されると、マンドレル71の移動を停止させる。

【0030】

なお、第2軸方向系23において、各第2成形部73における第1成形部72側に位置する先端は、それぞれ固定部材24によって繊維構造体11の外周面に保持される。その結果、第1成形部72には、第1筒部12が形成されるとともに、両第2成形部73には、第2筒部13が形成されて繊維構造体11が製造される。

【0031】

次に、繊維構造体11を強化材とした繊維強化複合材料30について説明する。繊維強化複合材料30は、繊維構造体11にマトリックス樹脂を含浸させてなる。なお、繊維構造体11には炭素が沈着されている。炭素の沈着は、例えば、CVD(Chemical Vapor Deposition)法で行われる。そして、炭素繊維に炭素が沈着されると、炭素が緻密化された繊維強化複合材料30が得られる。炭素の沈着は、フェノール、フランの他、コールタール、ピッチルイ、アスファルト等の樹脂が使用される。

【0032】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 繊維構造体11は、軸方向の位置によって周長が異なる第1筒部12と、第2筒部13とを備えるとともに、第1筒部12及び第2筒部13は、第1軸方向系21と周方向系22の平織りによって形成されている。さらに、第2筒部13には、第1軸方向系21同士の間、第2軸方向系23が織り込まれている。このため、第2筒部13より小径の第1筒部12において、第1軸方向系21と周方向系22が集まり、織組織の密度が高くて、第2筒部13も第2軸方向系23によって織組織の密度を高くして、第1筒部12と第2筒部13の織組織の密度のばらつきを抑えることができる。その結果として、第1筒部12と第2筒部13とで、厚みのばらつきを抑え、厚みを繊維構造体11全体でほぼ均一にすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

(2) 繊維構造体 1 1 は、軸方向の位置によって周長が異なる第 1 筒部 1 2 と、第 2 筒部 1 3 とを備えるとともに、第 1 筒部 1 2 及び第 2 筒部 1 3 は、第 1 軸方向系 2 1 と周方向系 2 2 の平織りによって形成されている。さらに、第 2 筒部 1 3 には、第 1 軸方向系 2 1 同士の間、第 2 軸方向系 2 3 が織り込まれている。このため、第 1 筒部 1 2 は、第 2 軸方向系 2 3 が無い織組織となっている。よって、第 1 軸方向系 2 1 と周方向系 2 2 が集まりやすい第 1 筒部 1 2 の織組織を変えずに、第 2 軸方向系 2 3 によって第 2 筒部 1 3 の織組織を変えることで、繊維構造体 1 1 の厚みのばらつきを抑えることができる。

【 0 0 3 4 】

(3) 繊維構造体 1 1 は、軸方向の中央に第 1 筒部 1 2 が形成されるとともに、第 1 筒部 1 2 の軸方向両側に、第 1 筒部 1 2 から軸方向両端に向かうに従い外径が徐々に大きくなる第 2 筒部 1 3 が形成されている。よって、第 1 筒部 1 2 には、両第 2 筒部 1 3 からの周方向系 2 2 が集まり、織組織の密度が高くなりやすい。しかし、両第 2 筒部 1 3 それぞれに第 2 軸方向系 2 3 を追加することで、両第 2 筒部 1 3 の織組織の密度を高めて第 1 筒部 1 2 の織組織の密度に合わせることができる。

10

【 0 0 3 5 】

(4) 第 2 筒部 1 3 は、第 1 筒部 1 2 から軸方向に沿って離れるに従い、外径が徐々に大きくなっていく。このため、第 2 筒部 1 3 が、第 1 筒部 1 2 から軸方向に沿って離れるに従い第 1 軸方向系 2 1 同士の間隔、及び周方向系 2 2 同士の間隔が広がり、織組織が粗くなりやすい。しかし、第 2 筒部 1 3 に第 2 軸方向系 2 3 を織り込み、隣り合う第 1 軸方向系 2 1 の間に第 2 軸方向系 2 3 を配列することで、第 2 筒部 1 3 の織目を小さくし織組織が粗くなることを防止することができる。また、第 1 筒部 1 2 と第 2 筒部 1 3 とで目付をほぼ同じにすることができる。

20

【 0 0 3 6 】

(5) 三次元織機 4 0 で繊維構造体 1 1 を製造する際、第 2 筒部 1 3 を形成するときは、一部の軸方向系ポピン 4 8 を第 1 及び第 2 ホルダ保持体 4 7 , 5 7 の間で受け渡ししながら第 1 軸方向系 2 1 を配列させつつ、残りの一部の軸方向系ポピン 4 8 を第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持させたままとし、配列を停止させるようにした。そして、軸方向系ポピン 4 8 を第 1 ホルダ保持体 4 7 に保持させたままにすることによって、第 1 成形部 7 2 には第 1 軸方向系 2 1 が配列されないようにすることができる。その結果として、第 2 成形部 7 3 には第 1 成形部 7 2 に比べて第 1 軸方向系 2 1 を多く配列させ、第 2 成形部 7 3 に第 2 軸方向系 2 3 を織り込むことができ、三次元織機 4 0 を用いて繊維構造体 1 1 を簡単に製造することができる。

30

【 0 0 3 7 】

(6) 繊維強化複合材料 3 0 は、繊維構造体 1 1 の炭素繊維に炭素を沈着させる沈着工程を行って形成される。このため、繊維構造体 1 1 の炭素繊維には炭素が沈着して、炭素が緻密化された繊維強化複合材料 3 0 が得られる。繊維強化複合材料 3 0 の製造時、繊維構造体 1 1 の織組織の密度がほぼ均一であるため、この繊維構造体 1 1 を用いた繊維強化複合材料 3 0 においては、炭素を炭素繊維に沈着させたとき、炭素が均一に分散され、第 1 軸方向系 2 1 、周方向系 2 2 、及び第 2 軸方向系 2 3 の交差によって形成される織目は速やかに埋まる。また、織目のばらつきを抑えることができるため、繊維強化複合材料 3 0 においては炭素リッチ(樹脂リッチ)の部位が形成されにくくなり、繊維強化複合材料 3 0 の強度低下を抑えることができる。

40

【 0 0 3 8 】

(7) 第 2 軸方向系 2 3 において、切断された先端は繊維構造体 1 1 の外周面で自由端となるが、固定部材 2 4 を用いて繊維構造体 1 1 の外周面に保持した。このため、第 2 軸方向系 2 3 の先端側が繊維構造体 1 1 の外周面で移動してしまうことを防止することができる。また、第 2 軸方向系 2 3 を軸方向に真っ直ぐに配列した状態を維持することができる。

【 0 0 3 9 】

50

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

実施形態では、繊維構造体 1 1 及び繊維強化複合材料 3 0 を第 1 筒部 1 2 の軸方向の両側に第 2 筒部 1 3 を備える形状としたが、さらにその他の外径を有する筒部を備える筒状構造でもよく、繊維構造体 1 1 及び繊維強化複合材料 3 0 の形状は任意に変更してもよい。

【 0 0 4 0 】

実施形態では、マンドレル 7 1 を第 1 成形部 7 2 の軸方向の両側に第 2 成形部 7 3 を備える形状としたが、さらにその他の直径を有する成形部を備える形状でもよく、マンドレル 7 1 の形状は任意に変更してもよい。

【 0 0 4 1 】

実施形態では、第 1 筒部 1 2 及び第 2 筒部 1 3 の織組織を平織りとしたが、織組織は朱子織り、綾織りであってもよい。

実施形態では、三次元織機 4 0 によって第 2 軸方向系 2 3 を織り込むようにしたが、その他の織機によって第 2 軸方向系 2 3 を織り込むようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

実施形態では、沈着工程では C V D 法を採用したが、その他の炭素を析出させる方法を採用してもよい。

実施形態では、繊維構造体 1 1 を 1 層に形成したが、複数層重ねて形成してもよい。

【 0 0 4 3 】

実施形態では、第 2 軸方向系 2 3 を第 2 筒部 1 3 の軸方向の全長のうち一部の長さ亘って設けたが、第 2 軸方向系 2 3 は、第 2 筒部 1 3 の軸方向の全長に亘って設けてもよい。

【 符号の説明 】

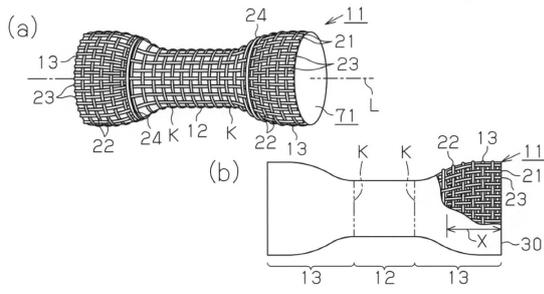
【 0 0 4 4 】

1 1 ... 繊維構造体、1 2 ... 第 1 筒部、1 3 ... 第 2 筒部、2 1 ... 第 1 軸方向系、2 2 ... 周方向系、2 3 ... 第 2 軸方向系、3 0 ... 繊維強化複合材料、7 1 ... 成型型としてのマンドレル、7 2 ... 第 1 成形部、7 3 ... 第 2 成形部。

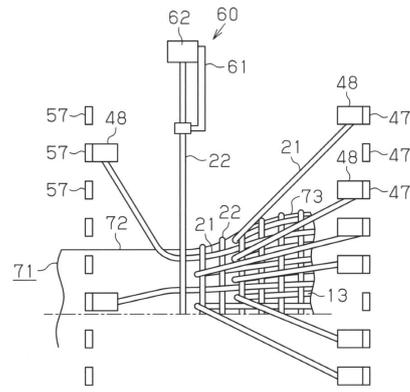
10

20

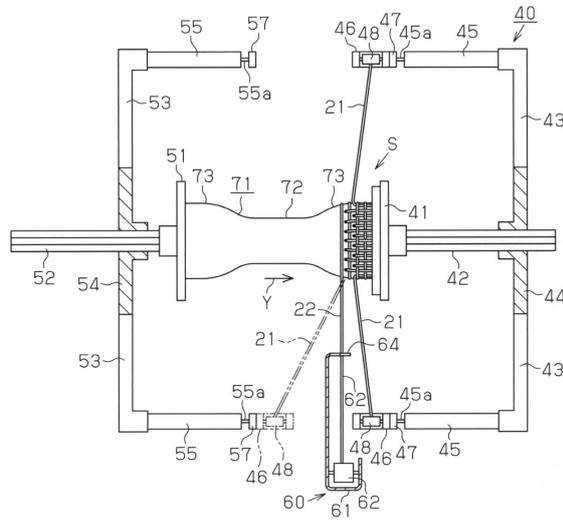
【図1】



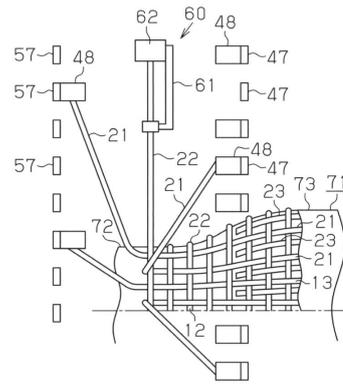
【図3】



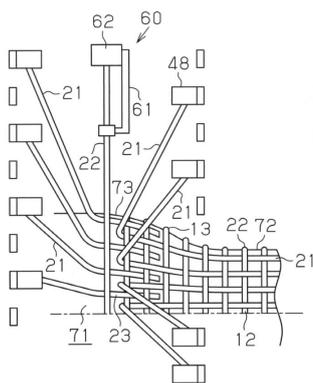
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 神谷 隆太
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内

審査官 長谷川 大輔

(56)参考文献 特開平03-045743(JP,A)
特開平01-148836(JP,A)
特開平06-173139(JP,A)
特表2011-503377(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29B11/16
15/08 - 15/14
C08J5/04 - 5/10
5/24
D03D1/00 - 27/18