

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6094471号
(P6094471)

(45) 発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日(2017.2.24)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 9 C 70/16 (2006.01)

B 2 9 C 67/14

A

B 2 9 K 105/08 (2006.01)

B 2 9 K 105:08

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-270679 (P2013-270679)
 (22) 出願日 平成25年12月27日(2013.12.27)
 (65) 公開番号 特開2014-148161 (P2014-148161A)
 (43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)
 審査請求日 平成28年2月11日(2016.2.11)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-1499 (P2013-1499)
 (32) 優先日 平成25年1月9日(2013.1.9)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (74) 代理人 100140224
 弁理士 松浦 武敏
 (72) 発明者 志水 安起良
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (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 内藤 康彰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維の張力測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された前記繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内部と、前記巻付対象物を回転させて前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法であって、

前記案内部は、

前記巻付対象物の前段に設けられた第1のローラと、

第2のローラであって、前記第2のローラから前記第1のローラへ送られる前記繊維の搬送方向と鉛直方向との為す角が予め定められた第1の角度となるように前記第1のローラの前段に設けられた前記第2のローラと、

前記第1のローラに設けられ、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する荷重測定部と、

前記第1のローラから前記巻付対象物へ送られる前記繊維の搬送方向と鉛直方向との為す第2の角度を測定する角度測定部と、

を有しており、

前記第1の角度と、前記第2の角度と、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、の間の関係式を用いて、前記繊維に掛かる張力をリアルタイムで算出する、繊維の張力測定方法。

【請求項 2】

10

20

繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された前記繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内内部と、前記巻付対象物を回転させて前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法であって、

前記案内内部は、

前記巻付対象物の前段に設けられた第１のローラと、

前記繊維との水平距離を測定する距離測定装置であって、前記第１のローラの鉛直下方の位置に配置された距離測定装置と、

前記第１のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する荷重測定部と、

を有しており、

前記繊維との水平距離と、前記第１のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、を用いて、前記繊維に掛かる張力を算出する、繊維の張力測定方法。

【請求項３】

繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された前記繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内内部と、前記巻付対象物を回転させて前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法であって、

前記案内内部は、

前記巻付対象物の前段に設けられた第１のローラと、

前記第１のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する第１の荷重測定部と、

前記第１のローラに掛かる水平方向の荷重を測定する第２の荷重測定部と、

を有しており、

前記第２の荷重測定部は前記第１のローラを挟んで前記巻付対象物と反対側に位置し、

前記第１のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、前記第１のローラに掛かる水平方向の荷重と、を用いて、前記繊維に掛かる張力を算出する、繊維の張力測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この発明は、繊維の張力測定方法に関し、特にフィラメントワインディング装置における樹脂が含浸された繊維の張力測定方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

高圧タンク（以下「タンク」と呼ぶ。）では、耐圧を向上させるために、タンクのライナーに樹脂含浸繊維が巻き付けられる。このライナーに樹脂含浸繊維を巻き付ける工程（以下「フィラメントワインディング工程」と呼ぶ。）において、樹脂含浸繊維の張力が十分でないと、ライナーに樹脂含浸繊維が緊密に巻きつけられず、タンクの強度が不十分となる場合がある。そこで、フィラメントワインディング工程においては、樹脂含浸繊維の張力が管理項目とされている。特許文献１には、専用の装置を用いることなく、樹脂含浸繊維の張力の測定することができるフィラメントワインディング装置が記載されている。このフィラメントワインディング装置は、カーボン繊維をセットし巻き出しを行うクリー

ルスタンドと、巻き出されたカーボン繊維に樹脂を含浸させ、樹脂含浸繊維として供給するレジンバスと、樹脂含浸繊維を揃えてライナーに沿って巻き付けるアイクチ案内内部とを含んで構成される。ここで、アイクチ案内内部は、さらに、樹脂含浸繊維に張力を与える張力ローラが受ける反力を検出する機能を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００７－１９０６９７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

従来技術では、3つあるアイクチローラの中央のローラにかかる荷重を測定して樹脂含浸繊維の張力を測定している。ここで、ライナーと中央のローラとの間の他のローラがあると、ライナーへの巻付部における樹脂含浸繊維の張力と、中央のローラにかかる荷重から得られる張力とが異なる値となる虞があった。また、従来技術では、アイクチ案内部の回転角度は、フィラメントワインディング装置の制御部が管理しているが、ライナーへ樹脂含浸繊維の巻き付けの進捗状態により、アイクチ案内部とライナーとの回転角度が変わるため、フィラメントワインディング装置の制御部が管理している値では、十分な精度が出せない場合があった。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

【 0 0 0 6 】

(1) 本発明の一形態によれば、繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内部と、前記巻付対象物を回転させて前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法が提供される。この張力測定方法において、前記案内部は、前記巻付対象物の前段に設けられた第1のローラと、第2のローラであって、前記第2のローラから前記第1のローラへ送られる前記繊維の搬送方向と鉛直方向との為す角が予め定められた第1の角度となるように前記第1のローラの前段に設けられた前記第2のローラと、前記第1のローラに設けられ、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する荷重測定部と、前記第1のローラから前記前記巻付対象物へ送られる前記繊維の搬送方向と鉛直方向との為す第2の角度を測定する角度測定部と、を有しており、この形態の繊維の張力測定方法は、前記第1の角度と、前記第2の角度と、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、の間の関係式を用いて、前記繊維に掛かる張力をリアルタイムで算出する。この形態の繊維の張力測定方法によれば、巻付対象物に巻き付けられる直前の繊維に掛かる張力をリアルタイムで算出することが可能となる。

20

【 0 0 0 7 】

(2) 本発明の一形態によれば、繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内部と、前記巻付対象物を回転させて前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法が提供される。前記案内部は、前記巻付対象物の前段に設けられた第1のローラと、前記繊維との水平距離を測定する距離測定装置であって、前記第1のローラの鉛直下方に配置された距離測定装置と、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する荷重測定部と、を有しており、前記繊維との水平距離と、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、を用いて、前記繊維に掛かる張力を算出する。この形態の繊維の張力測定方法によれば、巻付対象物と距離測定装置との干渉を抑制し、巻付対象物に巻き付けられる直前の繊維に掛かる張力をリアルタイムで算出することが可能となる。

30

40

【 0 0 0 8 】

(3) 本発明の一形態によれば、繊維を巻き出す繊維巻出部と、巻き出された繊維を揃えて巻付対象物に案内する案内部と、前記巻付対象物を回転させて、前記繊維に張力を与えて前記巻付対象物に巻き付ける巻付対象物回転装置と、を備えたフィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法が提供される。この張力測定方法において、前記案内部は、前記巻付対象物の前段に設けられた第1のローラと、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重を測定する第1の荷重測定部と、前記第1のローラに掛かる水平方向の荷重を測定する第2の荷重測定部と、を有しており、前記第2の荷重測定部は前記第1のローラを挟んで前記巻付対象物と反対側に位置し、前記第1のローラに掛かる鉛直方向の荷重と、前記第1のローラに掛かる水平方向の荷重と、を用いて、前記繊維に掛かる張力

50

を算出する。この形態の繊維の張力測定方法によれば、巻付対象物と、第１、第２の荷重測定部との間の干渉を抑制し、巻付対象物に巻き付けられる直前の繊維に掛かる張力をリアルタイムで算出することが可能となる。

【０００９】

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、フィラメントワインディング装置における繊維の張力測定方法の他、フィラメントワインディング装置、張力測定装置等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】フィラメントワインディング装置の一例示す説明図である。

10

【図２】樹脂含浸カーボン繊維に掛かる張力測定の原理を示す説明図である。

【図３】アイクチ案内部の構成を拡大して示す斜視図である。

【図４】樹脂含浸カーボン繊維に掛かる張力の算出アルゴリズムを示す説明図である。

【図５】第２の実施形態に係るフィラメントワインディング装置のアイクチ案内部構成を拡大して示す斜視図である。

【図６】第３の実施形態における張力測定の原理を示す説明図である。

【図７】第３の実施形態における樹脂含浸カーボン繊維の角度の測定結果の例を示すグラフである。

【図８】第３の実施形態の変形例を示す説明図である。

【図９】第４の実施形態における張力測定の原理を示す説明図である。

20

【図１０】第４の実施形態における張力と荷重を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

第１の実施形態：

図１は、フィラメントワインディング装置の一例示す説明図である。フィラメントワインディング装置１０は、繊維巻出部２０と、樹脂含浸部３０と、アイクチ案内部４０と、ライナー回転装置５０と、制御部６０と、を備える。繊維巻出部２０は、繊維を巻き出す装置であり、複数のポピン２０１～２０４と、複数の搬送ローラ２１１～２１４と、結束ローラ２２０と、を備える。ポピン２０１～２０４は、糸を巻き付ける筒状の部材を意味し、本実施形態では、カーボン繊維７００を巻きつけている。本実施形態では、カーボン繊維７００として、ポリアクリロニトリルの原糸を約３，０００で焼成したものが用いられる。これが約２４，０００本程度撚られて集められ、バインダ樹脂によって軽く接着されることにより、厚さ約２００μm、幅４mmから５mm程度の扁平なシート状のカーボン繊維７００が形成されている。本実施形態では、搬送ローラ２１１～２１４は、各ポピン２０１～２０４に対応して設けられており、ポピン２０１～２０４から巻き出されたカーボン繊維７００を結束ローラ２２０に搬送する。結束ローラ２２０は、ポピン２０１～２０４から巻き出された複数のカーボン繊維７００を揃えて、次工程であるカーボン繊維７００に対してエポキシ樹脂の含浸を行う樹脂含浸部３０に巻き出す。

30

【００１２】

樹脂含浸部３０は、複数の搬送ローラ３０１～３０５と、樹脂含浸槽３１０と、膜厚測定装置３２０と、を備える。搬送ローラ３０１～３０５は、カーボン繊維７００を搬送するためのローラである。樹脂含浸槽３１０は、液体状の熱硬化型エポキシ樹脂を満たしている。熱硬化型エポキシ樹脂は、４０から５０の範囲で加熱され、粘度管理が行われている。搬送ローラ３０２の一部は、樹脂含浸槽３１０に浸っている。カーボン繊維７００は、搬送ローラ３０２の下部を搬送されることにより、樹脂含浸槽３１０の熱硬化型エポキシ樹脂に浸される。その結果、カーボン繊維７００に熱硬化型エポキシ樹脂が含浸する。本実施形態では、熱硬化型エポキシ樹脂に含浸されたカーボン繊維７００を「樹脂含浸カーボン繊維７１０」と呼ぶ。膜厚測定装置３２０は、樹脂含浸カーボン繊維７１０の熱硬化型エポキシ樹脂の厚さを測定する。制御部６０は、熱硬化型エポキシ樹脂の膜厚が一定になるように、樹脂含浸槽３１０の温度を制御する。

40

50

【 0 0 1 3 】

なお、本実施形態では、エポキシ樹脂が含浸されていないカーボン繊維 7 0 0 を用いるとして説明したが、カーボン繊維 7 0 0 の代わりに樹脂が含浸されたプリプレグを用いても良い。プリプレグは、炭素繊維に樹脂を含浸させたシート状の部材である。樹脂としては、例えばエポキシ樹脂を用いても良い。プリプレグの状態では、エポキシ樹脂は熱硬化していないので、プリプレグをライナー 7 0 に巻き付けることが可能である。なお、プリプレグを用いる場合には、樹脂含浸槽 3 1 0 は無くても良い。

【 0 0 1 4 】

アイクチ案内部 4 0 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を揃えてライナー 7 0 に案内する機構である。ライナー 7 0 は、請求項の巻付対象物に対応する。アイクチ案内部 4 0 を単に「案内部」とも呼ぶ。アイクチ案内部 4 0 は、揃え口 4 0 0 と、搬送ローラ 4 1 0 と、荷重測定部 4 2 0 と、を備える。揃え口 4 0 0 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を集めて揃える。搬送ローラ 4 1 0 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を荷重測定部 4 2 0 に搬送する。荷重測定部 4 2 0 は、第 1 のアイクチローラ 4 3 0 と、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 と、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 とを備える。なお、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 が請求項の「第 2 のローラ」に対応し、第 3 のアイクチローラが請求項の「第 1 のローラ」に対応する。荷重測定部 4 2 0 は、3 つのアイクチローラ 4 3 0、4 4 0、4 5 0 を用いて樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を、ライナー 7 0 に搬送するとともに、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 に掛かる荷重を測定する。

【 0 0 1 5 】

ライナー回転装置 5 0 は、請求項の「巻付対象物回転装置」に対応し、巻付対象物であるライナー 7 0 を回転させることにより、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に張力を掛けると共に、ライナー 7 0 に樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を巻き付ける。制御部 6 0 は、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 に掛かる荷重を用いて、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に掛かる張力を測定する。また、制御部 6 0 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 張力に応じて、ライナー回転装置 5 0 の回転速度を制御する。さらに、制御部 6 0 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 の熱硬化型エポキシ樹脂の厚さを用いて樹脂含浸槽 3 1 0 の温度制御を行う。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に掛かる張力測定の原理を示す説明図である。3 つのアイクチローラ 4 3 0、4 4 0、4 5 0 は、第 1 のアイクチローラ 4 3 0 と第 3 のアイクチローラ 4 5 0 とは、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 よりも高い位置に来るように配置される。樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 は、第 1 のアイクチローラ 4 3 0 の上を搬送され、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 の下を搬送され、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 の上を搬送され、ライナー 7 0 の下側に巻き付いている。

【 0 0 1 7 】

第 2 のアイクチローラ 4 4 0 と、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 との間の樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 と、鉛直方向との為す角の大きさは、 θ_1 であり、第 2 のアイクチローラ 4 4 0 と、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 の配置場所が決まると、この θ_1 の大きさが決まる。第 3 のアイクチローラ 4 5 0 と、ライナー 7 0 との間の樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 と、鉛直方向との為す角の大きさは、 θ_2 であり、ライナー 7 0 のどの部分を巻いているか、例えば、円筒部分に樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を巻いているか、半球状のドーム部分に樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 を巻いているか、により θ_2 の大きさは、変化する。また、ライナー 7 0 上に巻かれた樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 の厚さによってもこの θ_2 の大きさは、変化する。

【 0 0 1 8 】

ライナー回転装置 5 0 が回転し、ライナー 7 0 が回転すると、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 がライナーに巻き付けられると共に、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 と、ライナー 7 0 との間の樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に張力 T_1 が掛かる。また、第 2 のアイクチローラと、第 3 のアイクチローラ 4 5 0 との間の樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に張力 T_2 が掛かる。なお、樹脂含浸カーボン繊維 7 1 0 に掛かる張力 T_1 と張力 T_2 の大きさは、作用反

10

20

30

40

50

作用の法則により、同じ大きさである。そこで、張力 T_1 と張力 T_2 の大きさを T とする。第3のアイクチローラ450には、張力 T_1 と張力 T_2 により、下向きの力 F が掛かる。

【0019】

図3は、アイクチ案内部40の構成を拡大して示す斜視図である。アイクチ案内部40は、上述した3つのアイクチローラ430、440、450に加えて荷重測定部460と、角度測定部470と、を備える。荷重測定部460は、第3のアイクチローラ450に掛かる鉛直方向の荷重を測定する。荷重測定部460は、荷重伝達シリンダー461と、荷重伝達ピストン462と、荷重センサ463と、ベアリングボール464と、を備える。第3のアイクチローラ450に下向きの荷重がかかると、荷重伝達ピストン462に下向きの力が掛かる。荷重測定部460は、荷重センサ463を用いてこの下向きの力を測定する。ベアリングボール464は、荷重伝達シリンダー461と、荷重伝達ピストン462と、の間の摩擦を低減するとともに、荷重伝達ピストン462が鉛直方向に移動するように案内する。

【0020】

角度測定部470は、角度測定エンコーダ471と、案内板472と、を備える。案内板472は、樹脂含浸カーボン繊維710と平行になるように回転する。角度測定エンコーダ471は、案内板472の鉛直方向からの角度を測定する。案内板472の鉛直方向からの角度は、上述した2と同じ大きさである。

【0021】

図4は、樹脂含浸カーボン繊維710に掛かる張力の算出アルゴリズムを示す説明図である。樹脂含浸カーボン繊維710に掛かる張力を T 、第2のアイクチローラ440と第3のアイクチローラ450との間の樹脂含浸カーボン繊維710と、鉛直方向と、の為す角の大きさを θ_1 、第3のアイクチローラ450とライナー70との間の樹脂含浸カーボン繊維710と、鉛直方向との為す角の大きさを θ_2 、とすると、荷重測定部460が計測する荷重 F との間には以下の式(1)に示す関係がある。

$$F = T \cos(\theta_1) + T \cos(\theta_2) \dots (1)$$

【0022】

式(1)を T について解くと式(2)が得られる。

$$T = F / [\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2)] \dots (2)$$

制御部60は、張力 T が所定の範囲内に収まるように、ライナー回転装置50の回転速度を制御する。

【0023】

以上、本実施形態によれば、フィラメントワインディング装置10の制御部60は、荷重測定部460を用いて荷重を測定し、角度測定部470を用いて樹脂含浸カーボン繊維710と鉛直方向との為す角を測定して、樹脂含浸カーボン繊維710に掛かる張力 T をリアルタイムで算出することが可能となる。制御部60は、張力 T が所定の範囲内に収まるように、ライナー回転装置50の回転速度を制御する。その結果、ライナー70に樹脂含浸カーボン繊維710を緊密に巻き付けることが可能となり、十分な強度のタンクを製造することが可能となる。

【0024】

第2の実施形態：

図5は、第2の実施形態に係るフィラメントワインディング装置のアイクチ案内部40の構成を拡大して示す斜視図である。第2の実施形態のフィラメントワインディング装置について、アイクチ案内部40の角度測定部475以外の構成は、第1の実施形態の構成と同じである。角度測定部475は、発光装置476と、受光装置477とを備える。発光装置476は、鉛直方向に並べられた複数の光源を有している。受光装置477は、鉛直方向に並べられた複数の受光部478を有している。受光装置477から受光装置477への光の一部は、樹脂含浸カーボン繊維710により遮られる。したがって、制御部60は、どの受光部478への光が遮られたかを検知し、第3のアイクチローラ450とラ

10

20

30

40

50

ライナー 70 との間の樹脂含浸カーボン繊維 710 と、鉛直方向との為す角の大きさ 2 を算出することができる。なお、第 2 の実施形態における荷重測定部 460 による測定は、第 1 の実施形態における測定と同様である。

【0025】

以上、第 2 の実施形態によっても、フィラメントワインディング装置 10 の制御部 60 は、荷重測定部 460 を用いて荷重を測定し、角度測定部 475 を用いて樹脂含浸カーボン繊維 710 と鉛直方向との為す角を測定して、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T をリアルタイムで算出することが可能となる。制御部 60 は、張力 T が所定の範囲内に収まるように、ライナー回転装置 50 の回転速度を制御する。その結果、ライナー 70 に樹脂含浸カーボン繊維 710 を緊密に巻き付けることが可能となり、十分な強度のタンクを製造することが可能となる。

10

【0026】

第 3 の実施形態：

図 6 は、第 3 の実施形態における張力測定の原理を示す説明図である。第 3 の実施形態は、第 3 のアイクチローラ 450 に掛かる鉛直方向の荷重 M を測定する荷重測定部 480 と、第 3 のアイクチローラ 450 の中心から樹脂含浸カーボン繊維 710 までの水平方向距離 Lx を測定するレーザ変位計 481 と、を備える。レーザ変位計 481 は、第 3 のアイクチローラ 450 の鉛直下方に配置されるが、樹脂含浸カーボン繊維 710 の角度 が 90° を越える場合を考慮して、レーザ変位計 481 とライナー 70 との間の距離が、第 3 のアイクチローラ 450 とライナー 70 との間の距離よりも遠くなるように、レーザ変位計 481 を配置してもよい。レーザ変位計 481 が第 3 のアイクチローラ 450 を挟んでライナー 70 と反対側にあるため、レーザ変位計 481 と、ライナー 70 とが干渉しない。

20

【0027】

第 3 の実施形態において、先ず、水平方向距離 Lx と荷重 M とを測定し、以下の式 (3) を用いて樹脂含浸カーボン繊維 710 の角度 を算出する。水平方向が = 0°、鉛直下方方向が = 90° である。次いで、式 (4) を用いることにより、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T を算出できる。

$$\theta = \arctan(Ly / Lx) \quad \dots (3)$$

$$T = M / \sin \theta \quad \dots (4)$$

30

なお、式 (3) において、長さ Ly は、第 3 のアイクチローラ 450 の頂部からレーザ変位計 481 までの鉛直方向距離であり、アイクチ案内 40 の設計値から定まる既知の値である。

【0028】

図 7 は、第 3 の実施形態における樹脂含浸カーボン繊維 710 の角度 の測定結果の例を示すグラフである。このグラフからわかるように、時間 (ライナー 70 への樹脂含浸カーボン繊維 710 の巻き付け位置) により、角度 が大きく変動することがわかる。この角度 から、式 (4) を用いて、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T を算出し、張力 T が一定の範囲内に収まるように、ライナー 70 への樹脂含浸カーボン繊維 710 の巻き付けが制御される。

40

【0029】

以上、第 3 の実施形態においても、水平方向距離 Lx と荷重 M とを測定することによって、樹脂含浸カーボン繊維 710 の角度 を算出し、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T をリアルタイムで算出することが出来る。

【0030】

なお、第 3 のアイクチローラ 450 から鉛直下方に基準線を垂らしておき、レーザ変位計 481 は、基準線と樹脂含浸カーボン繊維 710 との間の距離を測定しても良い。レーザ変位計 481 を、ライナー 70 からの水平距離が第 3 のアイクチローラ 450 までの距離よりも大きい位置に配置でき、レーザ変位計 481 と、ライナー 70 との干渉をより抑制できる。

50

【 0 0 3 1 】

図 8 は、第 3 の実施形態の変形例を示す説明図である。この変形例では、第 3 のアイクチローラの半径を r 、第 3 のアイクチローラ 450 の中心からレーザ変位計 481 までの鉛直方向距離を L_y 、第 3 のアイクチローラ 450 の中心から鉛直下方に降ろした垂線と樹脂含浸カーボン繊維 710 までの水平方向距離を L_x としている。この変形例では、樹脂含浸カーボン繊維 710 の角度 θ は、以下の式 (5) で示される。

$$\tan \theta = (L_y + r \cos \alpha) / (L_x - r \sin \alpha) \quad \dots (5)$$

上記式 (5) において、距離 L_x は測定値であり、距離 L_y 、 r は既知であるので、を算出できる。この結果を式 (4) に適用することにより、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T をリアルタイムで算出することが出来る。

10

【 0 0 3 2 】

第 3 の実施形態の変形例によれば、より厳密に張力 T を算出し、張力 T が一定の範囲内に収まるように、ライナー 70 への樹脂含浸カーボン繊維 710 の巻き付けを制御できる。

【 0 0 3 3 】

第 4 の実施形態：

図 9 は、第 4 の実施形態における張力測定の原理を示す説明図である。第 4 の実施形態は、第 3 のアイクチローラ 450 に掛かる鉛直方向の荷重 F_y を測定する荷重測定部 480 と、第 3 のアイクチローラ 450 に掛かる水平方向の荷重 F_x を測定する荷重測定部 482 とを備える。荷重測定部 482 は、第 3 のアイクチローラ 450 を挟んでライナー 70 と反対側に位置していることが好ましい。

20

【 0 0 3 4 】

第 4 の実施形態では、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T_1 、 T_2 と、荷重 F_x 、 F_y との間には、以下の式 (6) ~ (8) に示す関係がある。

$$T_1 = T_2 \times e^{\mu(\theta_1 + \theta_2)} \quad \dots (6)$$

$$F_x = -T_1 \times \cos \theta_1 + T_2 \times \cos \theta_2 \quad \dots (7)$$

$$F_y = T_1 \times \sin \theta_1 + T_2 \times \sin \theta_2 \quad \dots (8)$$

式 (6) は、東海大学教授 橋本 巨著「ウェブハンドリングの基礎理論と応用」(2008 年 4 月発行 加工技術研究会) に記載に基づく。上式 (6) ~ (8) において、 T_1 は、ライナー 70 側の樹脂含浸カーボン繊維 710 の張力であり、 T_2 は、ライナー 70 と反対側の樹脂含浸カーボン繊維 710 の張力である。 θ_1 は、第 3 のアイクチローラ 450 の鉛直頂部からライナー 70 側において、樹脂含浸カーボン繊維 710 が第 3 のアイクチローラ 450 と接触する部分の扇の中心角であり、 θ_2 は、第 3 のアイクチローラ 450 の鉛直頂部からライナー 70 と反対側において、樹脂含浸カーボン繊維 710 が第 3 のアイクチローラ 450 と接触する部分の扇の中心角である。なお、 θ_2 は、アイクチ案内部 40 の設計値から定まる既知の値である。 μ は、樹脂含浸カーボン繊維 710 と第 3 のアイクチローラ 450 との摩擦係数である。

30

【 0 0 3 5 】

上記式 (6) ~ (8) において、未知な値は、張力 T_1 、 T_2 と、角度 θ_1 の 3 つである。 θ_1 の値を変化させて、上記式 (6) ~ (8) が成り立つように、収束計算を行うことにより、張力 T_1 、 T_2 を求めることができる。

40

【 0 0 3 6 】

図 10 は、第 4 の実施形態における張力と荷重を示すグラフである。このグラフからわかるように、時間 (ライナー 70 への樹脂含浸カーボン繊維 710 の巻き付け位置) により、張力 T_1 が大きく変動することがわかる。この張力 T_1 が一定の範囲内に収まるように、ライナー 70 への樹脂含浸カーボン繊維 710 の巻き付けが制御される。

【 0 0 3 7 】

以上、第 4 の実施形態によっても、樹脂含浸カーボン繊維 710 に掛かる張力 T をリアルタイムで算出することが可能となる。第 4 の実施形態では、荷重測定部 480 は、第 3 のアイクチローラ 450 の鉛直下方にあり、荷重測定部 482 は、第 3 のアイクチローラ

50

４５０を挟んで、ライナー７０と反対側にあるので、荷重測定部４８０、荷重測定部４８２と、ライナー７０とが干渉し難く出来る。

【００３８】

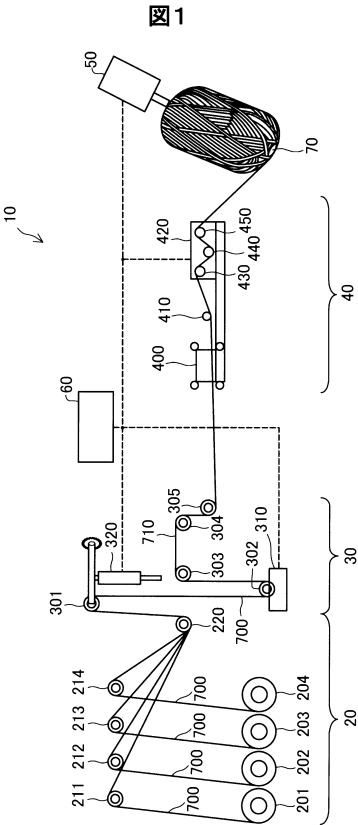
以上、いくつかの実施形態に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

【符号の説明】

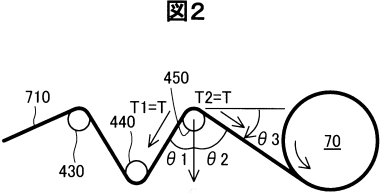
【００３９】

１０...	フィラメントワインディング装置	10
２０...	繊維巻出部	
３０...	樹脂含浸部	
４０...	アイクチ案内部	
５０...	ライナー回転装置	
６０...	制御部	
７０...	ライナー	
２０１...	ボビン	
２１１...	搬送ローラ	
２２０...	結束ローラ	
３０１...	搬送ローラ	20
３０２...	搬送ローラ	
３１０...	樹脂含浸槽	
３２０...	膜厚測定装置	
４００...	揃え口	
４１０...	搬送ローラ	
４２０...	荷重測定部	
４３０...	第１のアイクチローラ	
４４０...	第２のアイクチローラ	
４５０...	第３のアイクチローラ	
４６０...	荷重測定部	30
４６１...	荷重伝達シリンダー	
４６２...	荷重伝達ピストン	
４６３...	荷重センサ	
４６４...	ベアリングボール	
４７０...	角度測定部	
４７１...	角度測定エンコーダ	
４７２...	案内板	
４７５...	角度測定部	
４７６...	発光装置	
４７７...	受光装置	40
４７８...	受光部	
４８０...	荷重測定部	
４８１...	レーザ変位計	
４８２...	荷重測定部	
７００...	カーボン繊維	
７１０...	樹脂含浸カーボン繊維	

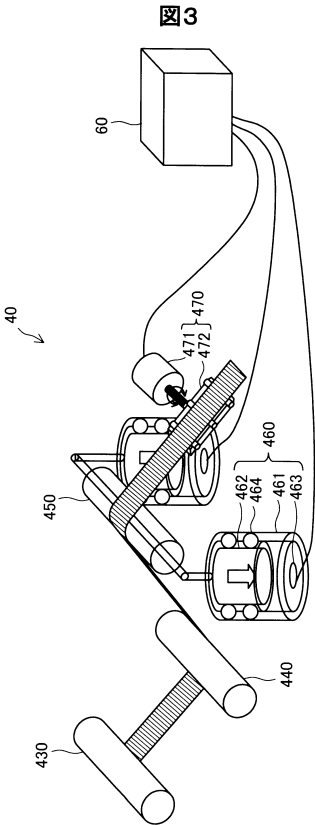
【図 1】



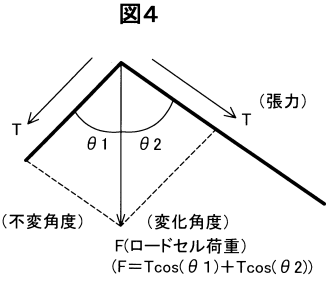
【図 2】



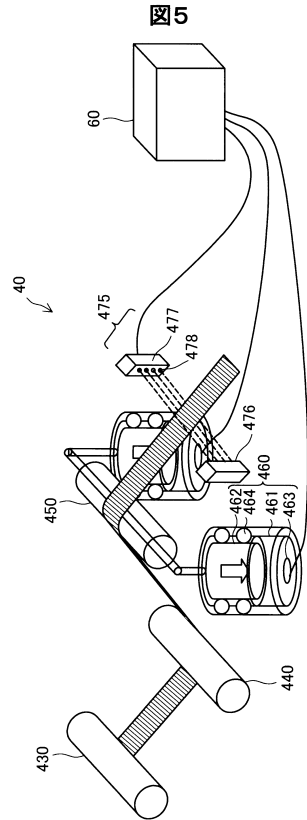
【図 3】



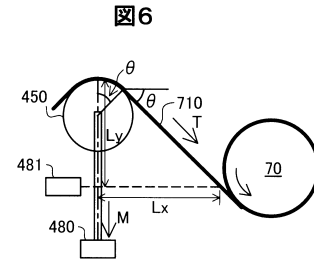
【図 4】



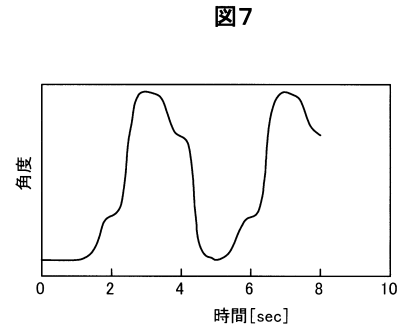
【図 5】



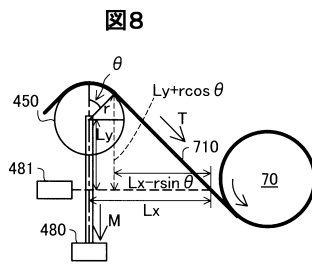
【図 6】



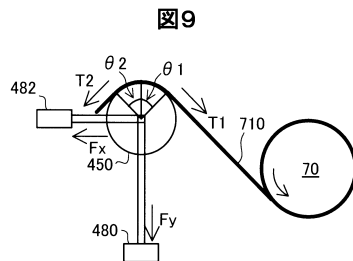
【図 7】



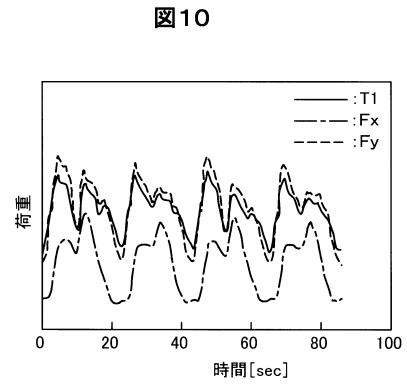
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-088536(JP,A)
特開2011-245780(JP,A)
特開2005-351698(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C41/00-41/36
B29C41/46-41/52
B29C67/12-67/18