

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7666397号
(P7666397)

(45)発行日 令和7年4月22日(2025.4.22)

(24)登録日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(51)国際特許分類 F I
 D 0 3 D 25/00 (2006.01) D 0 3 D 25/00
 B 2 9 B 11/16 (2006.01) B 2 9 B 11/16
 D 0 3 D 1/00 (2006.01) D 0 3 D 1/00 A

請求項の数 6 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-79347(P2022-79347)	(73)特許権者	000003218 株式会社豊田自動織機 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(22)出願日	令和4年5月13日(2022.5.13)	(74)代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(65)公開番号	特開2023-167846(P2023-167846 A)	(74)代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43)公開日	令和5年11月24日(2023.11.24)	(72)発明者	荻原 誠司 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
審査請求日	令和6年8月21日(2024.8.21)	審査官	斎藤 克也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 繊維強化複合材用繊維構造体及び繊維強化複合材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1方向に延びる第1強化繊維系が前記第1方向に対して直交する方向である第2方向に複数配列された第1系層と、前記第2方向に延びる第2強化繊維系が前記第1方向に複数配列された第2系層とが前記第1方向及び前記第2方向の両方に対して直交する方向である第3方向において積層されるとともに、前記第3方向における両端には前記第2系層が位置する積層体と、

前記第2方向に隣り合う前記第1強化繊維系の間配置されるとともに、前記第3方向の第1端に位置する前記第2系層の前記第2強化繊維系に係合される第1結合系と、

前記第2方向に隣り合う前記第1強化繊維系の間配置されるとともに、前記第3方向において前記第1端とは反対の端である第2端に位置する前記第2系層の前記第2強化繊維系に係合される第2結合系と、

を備え、

前記第3方向の第1端に位置する前記第2系層は、前記第1方向に隣り合う前記第2強化繊維系の間において前記第2方向に延びるとともに、前記第2結合系と係合される第1補助系を有し、

前記第3方向の第2端に位置する前記第2系層は、前記第1方向に隣り合う前記第2強化繊維系の間において前記第2方向に延びるとともに、前記第1結合系と係合される第2補助系を有し、

前記第1結合系、前記第2結合系、前記第1補助系、及び前記第2補助系のそれぞれの

外径は、前記第 1 強化繊維系及び前記第 2 強化繊維系のそれぞれの外径よりも小さく、
前記第 1 補助系と前記第 2 補助系とは、前記第 3 方向に重なっていることを特徴とする
繊維強化複合材用繊維構造体。

【請求項 2】

前記第 1 強化繊維系及び前記第 2 強化繊維系はそれぞれ、連続系である請求項 1 に記載
の繊維強化複合材用繊維構造体。

【請求項 3】

前記第 1 強化繊維系及び前記第 2 強化繊維系はそれぞれ、断面形状が円形状の丸系であ
る請求項 1 に記載の繊維強化複合材用繊維構造体。

【請求項 4】

前記第 2 方向に隣り合う前記第 1 強化繊維系の間には、前記第 1 結合系及び前記第 2 結
合系の両方が配置されている請求項 1 に記載の繊維強化複合材用繊維構造体。

【請求項 5】

前記第 1 結合系、前記第 2 結合系、前記第 1 補助系、及び前記第 2 補助系はそれぞれ、
断面形状が円形状の丸系である請求項 1 に記載の繊維強化複合材用繊維構造体。

【請求項 6】

繊維構造体がマトリックス中に複合化された繊維強化複合材であって、前記繊維構造体
は請求項 1 に記載の繊維強化複合材用繊維構造体である繊維強化複合材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維強化複合材用繊維構造体及び繊維強化複合材に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、繊維構造体がマトリックス中に複合化された繊維強化複合材が知られている。特
許文献 1 には、積層体と、第 1 結合系と、第 2 結合系とを備える繊維構造体が開示されて
いる。

【0003】

積層体は、第 1 方向に延びる第 1 系が第 1 方向に対して直交する方向である第 2 方向に
複数配列された第 1 系層と、第 2 方向に延びる第 2 系が第 1 方向に複数配列された第 2 系
層とを有している。積層体は、第 1 系層と第 2 系層とが第 1 方向及び第 2 方向の両方に対
して直交する方向である第 3 方向に積層されることによって形成されている。積層体にお
いて、第 3 方向の両端には、第 2 系層が配置されている。第 1 系及び第 2 系は、強化繊維
系である。

【0004】

第 1 結合系及び第 2 結合系はそれぞれ、第 2 方向に隣り合う第 1 系の上に配置されてい
る。第 1 結合系及び第 2 結合系はそれぞれ、第 3 方向の両端に位置する第 2 系層の複数の
第 2 系に係合されている。これにより、第 3 方向に積層された第 1 系層及び第 2 系層が結
合されている。第 1 結合系及び第 2 結合系のそれぞれの外径は、第 1 系及び第 2 系のそれ
ぞれの外径よりも小さい。つまり、第 1 結合系及び第 2 結合系は、第 1 系及び第 2 系より
も細系である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2017 - 106128 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記繊維構造体のように、第 2 系が強化繊維系である場合、第 2 系の表面の摩擦係数は
比較的小さいため、第 1 結合系及び第 2 結合系に対して第 2 系は滑りやすい。また、第 1

10

20

30

40

50

結合系及び第2結合系が第2系よりも細系である場合、第1結合系及び第2結合系による第2系の拘束力は弱くなる。このため、第1結合系の張力と第2結合系の張力が異なっていると、第3方向の両端に位置する第2系層において、張力が弱い方の結合系に拘束されている第2系が製織時に第1方向にずれることがある。第2系が第1方向にずれると、第1方向に隣り合う第2系の間に隙間が生じる。このように隙間が生じた繊維構造体を用いて繊維強化複合材を製造すると、隙間によって繊維強化複合材の強度が低下するおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記問題点を解決するための繊維強化複合材用繊維構造体は、第1方向に延びる第1強化繊維系が前記第1方向に対して直交する方向である第2方向に複数配列された第1系層と、前記第2方向に延びる第2強化繊維系が前記第1方向に複数配列された第2系層とが前記第1方向及び前記第2方向の両方に対して直交する方向である第3方向において積層されるとともに、前記第3方向における両端には前記第2系層が位置する積層体と、前記第2方向に隣り合う前記第1強化繊維系の間に配置されるとともに、前記第3方向の第1端に位置する前記第2系層の前記第2強化繊維系に係合される第1結合系と、前記第2方向に隣り合う前記第1強化繊維系の間に配置されるとともに、前記第3方向において前記第1端とは反対の端である第2端に位置する前記第2系層の前記第2強化繊維系に係合される第2結合系と、を備え、前記第3方向の第1端に位置する前記第2系層は、前記第1方向に隣り合う前記第2強化繊維系の間において前記第2方向に延びるとともに、前記第2結合系と係合される第1補助系を有し、前記第3方向の第2端に位置する前記第2系層は、前記第1方向に隣り合う前記第2強化繊維系の間において前記第2方向に延びるとともに、前記第1結合系と係合される第2補助系を有し、前記第1結合系、前記第2結合系、前記第1補助系、及び前記第2補助系のそれぞれの外径は、前記第1強化繊維系及び前記第2強化繊維系のそれぞれの外径よりも小さく、前記第1補助系と前記第2補助系とは、前記第3方向に重なっていることを要旨とする。

【0008】

第3方向の第1端に位置する第2系層において、第1方向に隣り合う第2強化繊維系の間には、外径が第2強化繊維系の外径よりも小さい第1補助系が設けられている。このため、第1補助系の位置に第2強化繊維系が設けられている場合と比較して、第1方向に隣り合う第2強化繊維系の間隔が狭くなる。また、第3方向の第2端に位置する第2系層において、第1方向に隣り合う第2強化繊維系の間には、外径が第2強化繊維系の外径よりも小さい第2補助系が設けられている。このため、第2補助系の位置に第2強化繊維系が設けられている場合と比較して、第1方向に隣り合う第2強化繊維系の間隔が狭くなる。

【0009】

これにより、第1結合系において第2補助系を両側から挟み込む部分の関係は平行に近付くため、第2補助系は第1方向にずれにくくなる。また、第1結合系において第2補助系を両側から挟み込む部分の関係が平行に近付くと、第2強化繊維系を両側から挟み込む部分の関係も平行に近付く。したがって、第3方向の第1端に位置する第2系層の第2強化繊維系も第1方向にずれにくくなる。

【0010】

同様に、第2結合系において第1補助系を両側から挟み込む部分の関係は平行に近付くため、第1補助系は第1方向にずれにくくなる。また、第2結合系において第1補助系を両側から挟み込む部分の関係が平行に近付くと、第2強化繊維系を両側から挟み込む部分の関係も平行に近付く。したがって、第3方向の第2端に位置する第2系層の第2強化繊維系も第1方向にずれにくくなる。

【0011】

よって、第3方向の両端に位置する第2系層において、第1方向に隣り合う第2強化繊維系の間に隙間が生じにくくなる。その結果、繊維強化複合材用繊維構造体を用いて製造された繊維強化複合材の強度低下を抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

上記繊維強化複合材用繊維構造体において、前記第 1 強化繊維系及び前記第 2 強化繊維系はそれぞれ、連続系であってもよい。

上記構成では、第 1 強化繊維系及び第 2 強化繊維系がそれぞれ紡績系である場合と比較して、繊維強化複合材の強度が向上する。

【 0 0 1 3 】

上記繊維強化複合材用繊維構造体において、前記第 1 強化繊維系及び前記第 2 強化繊維系はそれぞれ、断面形状が円形状の丸系であってもよい。

上記構成では、第 1 強化繊維系及び第 2 強化繊維系が、断面形状が楕円形状の扁平系である場合に必要となる特殊な給糸装置が不要であるため、製織時に通常の給糸装置を使用することができる。

10

【 0 0 1 4 】

上記繊維強化複合材用繊維構造体において、前記第 2 方向に隣り合う前記第 1 強化繊維系の間には、前記第 1 結合系及び前記第 2 結合系の両方が配置されていてもよい。

上記構成では、第 1 結合系と第 2 結合系とが第 2 方向において第 1 強化繊維系を介して交互に配置されている場合と比較して、第 3 方向の両端に位置する第 2 系層における第 2 強化繊維系のずれをより規制できる。

【 0 0 1 5 】

上記繊維強化複合材用繊維構造体において、前記第 1 結合系、前記第 2 結合系、前記第 1 補助系、及び前記第 2 補助系はそれぞれ、断面形状が円形状の丸系であってもよい。

20

上記構成では、第 1 結合系、第 2 結合系、第 1 補助系、及び第 2 補助系がそれぞれ、断面形状が楕円形状の扁平系である場合と比較して、繊維強化複合材における第 1 強化繊維系及び第 2 強化繊維系の割合を上げることができる。

【 0 0 1 6 】

上記問題点を解決するための繊維強化複合材は、繊維構造体がマトリックス中に複合化された繊維強化複合材であって、前記繊維構造体は請求項 1 に記載の繊維強化複合材用繊維構造体であることを要旨とする。

【 0 0 1 7 】

第 3 方向の第 1 端に位置する第 2 系層において、第 1 方向に隣り合う第 2 強化繊維系の間には、外径が第 2 強化繊維系の外径よりも小さい第 1 補助系が設けられている。このため、第 1 補助系の位置に第 2 強化繊維系が設けられている場合と比較して、第 1 方向に隣り合う第 2 強化繊維系の間隔が狭くなる。また、第 3 方向の第 2 端に位置する第 2 系層において、第 1 方向に隣り合う第 2 強化繊維系の間には、外径が第 2 強化繊維系の外径よりも小さい第 2 補助系が設けられている。このため、第 2 補助系の位置に第 2 強化繊維系が設けられている場合と比較して、第 1 方向に隣り合う第 2 強化繊維系の間隔が狭くなる。

30

【 0 0 1 8 】

これにより、第 1 結合系において第 2 補助系を両側から挟み込む部分の関係は平行に近付くため、第 2 補助系は第 1 方向にずれにくくなる。また、第 1 結合系において第 2 補助系を両側から挟み込む部分の関係が平行に近付くと、第 2 強化繊維系を両側から挟み込む部分の関係も平行に近付く。したがって、第 3 方向の第 1 端に位置する第 2 系層の第 2 強化繊維系も第 1 方向にずれにくくなる。

40

【 0 0 1 9 】

同様に、第 2 結合系において第 1 補助系を両側から挟み込む部分の関係は平行に近付くため、第 1 補助系は第 1 方向にずれにくくなる。また、第 2 結合系において第 1 補助系を両側から挟み込む部分の関係が平行に近付くと、第 2 強化繊維系を両側から挟み込む部分の関係も平行に近付く。したがって、第 3 方向の第 2 端に位置する第 2 系層の第 2 強化繊維系も第 1 方向にずれにくくなる。

【 0 0 2 0 】

よって、第 3 方向の両端に位置する第 2 系層において、第 1 方向に隣り合う第 2 強化繊維系の間隙が生じにくくなる。その結果、繊維強化複合材用繊維構造体がマトリック

50

ス中に複合化された繊維強化複合材の強度低下を抑制できる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、繊維強化複合材の強度低下を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施形態における繊維強化複合材を示す斜視図である。

【図2】実施形態における繊維構造体を示す斜視図である。

【図3】実施形態における繊維構造体を示す断面図である。

【図4】実施形態における繊維構造体を示す断面図である。

【図5】変更例における繊維構造体を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、繊維強化複合材用繊維構造体及び繊維強化複合材を具体化した一実施形態を図1～図4にしたがって説明する。繊維強化複合材用繊維構造体とは、繊維強化複合材に用いられる繊維構造体である。以下では、「繊維強化複合材用繊維構造体」を単に「繊維構造体」という。

【0024】

図1に示すように、繊維強化複合材10は、繊維構造体11がマトリックス12中に複合化されることによって形成されている。繊維構造体11は、繊維強化複合材10の強化基材である。マトリックス12は、例えば、熱硬化性樹脂のエポキシ樹脂である。

【0025】

図2に示すように、繊維構造体11は、積層体20と、複数の第1結合系31と、複数の第2結合系32とを備えている。

<積層体>

積層体20は、1つ以上の第1系層21と、2つ以上の第2系層22とを有している。本実施形態の繊維構造体11は、2つの第1系層21と2つの第2系層22とを有している。

【0026】

第1系層21は、第1強化繊維系としての経系23を有している。経系23は、第1方向Xに沿って直線状に伸びている。経系23は、第1方向Xに対して直交する方向である第2方向Yに複数配列されている。つまり、第1系層21は、第1方向Xに伸びる経系23が第2方向Yに複数配列されることによって形成されている。第2系層22は、第2強化繊維系としての緯系24を有している。緯系24は、第2方向Yに沿って直線状に伸びている。緯系24は、第1方向Xに複数配列されている。

【0027】

積層体20は、第1系層21と第2系層22とが、第1方向X及び第2方向Yの両方に対して直交する方向である第3方向Zに積層されることによって形成されている。積層体20における第3方向Zの両端には、第2系層22が配置されている。本実施形態の積層体20は、第3方向Zの第1端から第1端とは反対に位置する第2端に向かって、第2系層22、第1系層21、第1系層21、第2系層22がこの順に積層されることによって形成されている。したがって、本実施形態の積層体20が有する2つの第2系層22は、第3方向Zの両端に位置する第2系層22である。

【0028】

第2方向Yにおいて隣り合う経系23の間隔は、各第1系層21で同じである。積層体20において、第2方向Yにおける経系23の位置は、各第1系層21で同じである。したがって、各第1系層21の経系23は、第3方向Zに重なっている。また、第1方向Xにおいて隣り合う緯系24の間隔は、各第2系層22で同じである。積層体20において、第1方向Xにおける緯系24の位置は、各第2系層22で同じである。したがって、各第2系層22の緯系24は、第3方向Zに重なっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22は、複数の緯糸24に加えて複数の第1補助糸25を有している。各第1補助糸25は、第2方向Yに沿って直線状に延びている。複数の第1補助糸25は、第1方向Xに配列されている。第1補助糸25は、第1方向Xにおいて隣り合う緯糸24の間に配置されている。つまり、第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22は、第2方向Yに延びる緯糸24と第1補助糸25とが第1方向Xにおいて交互に配列されることによって形成されている。

【 0 0 3 0 】

第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22は、複数の緯糸24に加えて複数の第2補助糸26を有している。各第2補助糸26は、第2方向Yに沿って直線状に延びている。複数の第2補助糸26は、第1方向Xに配列されている。第2補助糸26は、第1方向Xにおいて隣り合う緯糸24の間に配置されている。つまり、第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22は、第2方向Yに延びる緯糸24と第2補助糸26とが第1方向Xにおいて交互に配列されることによって形成されている。

10

【 0 0 3 1 】

第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22において第1方向Xに隣り合う第1補助糸25の間隔は、第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22において第1方向Xに隣り合う第2補助糸26の間隔と同じである。積層体20において、第1方向Xにおける第1補助糸25の位置は、第1方向Xにおける第2補助糸26の位置と同じである。したがって、第1補助糸25と第2補助糸26とは、第3方向Zに重なっている。

20

【 0 0 3 2 】

< 第1結合系 >

複数の第1結合系31は、第2方向Yに配列されている。第1結合系31は、第2方向Yに隣り合う経糸23の間に配置されている。

【 0 0 3 3 】

図3に示すように、第1結合系31は、複数の第1緯糸係合部31aと、複数の第1補助糸係合部31bと、複数の第1接続部31cとを有している。第1緯糸係合部31aは、第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22の緯糸24に係合される部分である。第1緯糸係合部31aは、第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22の緯糸24の外側を通るように第1結合系31が折り返されることによって形成されている。第1補助糸係合部31bは、第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22の第2補助糸26に係合される部分である。第1補助糸係合部31bは、第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22の第2補助糸26の外側を通るように第1結合系31が折り返されることによって形成されている。第1接続部31cは、第1緯糸係合部31aと第1補助糸係合部31bとを接続する部分である。第1接続部31cは、第1方向Xに隣り合う緯糸24と補助糸25、26との間において第3方向Zに延びている。第1結合系31において、第1緯糸係合部31aと第1補助糸係合部31bとは、第1接続部31cを介して交互に繰り返されている。第1結合系31は、第3方向Zの第1端に位置する第2糸層22の複数の緯糸24に係合されるとともに、第3方向Zの第2位置に位置する第2糸層22の複数の第2補助糸26に係合されている。

30

40

【 0 0 3 4 】

< 第2結合系 >

図2に示すように、複数の第2結合系32は、第2方向Yに配列されている。第2結合系32は、第2方向Yに隣り合う経糸23の間に配置されている。本実施形態では、第2方向Yに隣り合う経糸23の間には、第1結合系31及び第2結合系32の両方が配置されている。

【 0 0 3 5 】

図4に示すように、第2結合系32は、複数の第2緯糸係合部32aと、複数の第2補助糸係合部32bと、複数の第2接続部32cとを有している。第2緯糸係合部32aは、第3方向Zの第2端に位置する第2糸層22の緯糸24に係合される部分である。第2

50

緯糸係合部 3 2 a は、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 の緯糸 2 4 の外側を通るように第 2 結合系 3 2 が折り返されることによって形成されている。第 2 補助糸係合部 3 2 b は、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 の第 1 補助系 2 5 に係合される部分である。第 2 補助糸係合部 3 2 b は、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 の第 1 補助系 2 5 の外側を通るように第 2 結合系 3 2 が折り返されることによって形成されている。第 2 接続部 3 2 c は、第 2 緯糸係合部 3 2 a と第 2 補助糸係合部 3 2 b とを接続する部分である。第 2 接続部 3 2 c は、第 1 方向 X に隣り合う緯糸 2 4 と補助系 2 5, 2 6 との間において第 3 方向 Z に延びている。第 2 結合系 3 2 において、第 2 緯糸係合部 3 2 a と第 2 補助糸係合部 3 2 b とは、第 2 接続部 3 2 c を介して交互に繰り返されている。第 2 結合系 3 2 は、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 の複数の緯糸 2 4 に係合されるとともに、第 3 方向 Z の第 1 位置に位置する第 2 糸層 2 2 の複数の第 1 補助系 2 5 に係合されている。

10

【 0 0 3 6 】

第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 と、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 とは、第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 によって結合されている。これにより、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 と第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 との間に位置する糸層である 2 つの第 1 糸層 2 1 も結合されている。つまり、第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 は、積層体 2 0 を構成する第 1 糸層 2 1 及び第 2 糸層 2 2 を結合している。

【 0 0 3 7 】

< 各糸の詳細 >

経糸 2 3 及び緯糸 2 4 はそれぞれ、強化繊維糸である。本実施形態の強化繊維は、炭素繊維である。本実施形態の経糸 2 3 及び緯糸 2 4 は、連続糸である。本実施形態の経糸 2 3 及び緯糸 2 4 は、断面形状が楕円形状の扁平糸である。本実施形態では、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれに用いられる糸は、同じ糸である。

20

【 0 0 3 8 】

本実施形態の第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 はそれぞれ、フェノキシ樹脂製の糸である。本実施形態の第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 は、紡績糸である。本実施形態の第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 は、断面形状が円形状の丸糸である。第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 のそれぞれの外径は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれの外径よりも小さい。つまり、第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 よりも細糸である。

30

【 0 0 3 9 】

本実施形態の第 1 補助系 2 5 は、紡績糸である。本実施形態の第 1 補助系 2 5 は、断面形状が円形状の丸糸である。第 1 補助系 2 5 の外径は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれの外径よりも小さい。詳しくは、第 1 補助系 2 5 の外径は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれの短径よりも小さい。つまり、第 1 補助系 2 5 は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 よりも細糸である。

【 0 0 4 0 】

第 1 補助系 2 5 の外径は、第 2 結合系 3 2 の外径以下であるのが好ましい。「第 1 補助系 2 5 の外径が第 2 結合系 3 2 の外径以下である」は、第 1 補助系 2 5 の外径が第 2 結合系 3 2 の外径と同じである場合と、第 1 補助系 2 5 の外径が第 2 結合系 3 2 の外径よりも小さい場合とを含んでいる。本実施形態の第 1 補助系 2 5 の外径は、第 2 結合系 3 2 の外径と同じである。

40

【 0 0 4 1 】

第 1 補助系 2 5 の材質は、第 2 結合系 3 2 の材質と同等であるのが好ましい。「第 1 補助系 2 5 の材質が第 2 結合系 3 2 の材質と同等である」は、第 1 補助系 2 5 の材質が第 2 結合系 3 2 の材質と同じである場合を含んでいる。また、「第 1 補助系 2 5 の材質が第 2 結合系 3 2 の材質と同等である」は、第 1 補助系 2 5 及び第 2 結合系 3 2 の材質が同じである場合の第 2 結合系 3 2 に対する第 1 補助系 2 5 の摩擦係数が変化しない範囲で、第 1

50

補助系 2 5 の材質が第 2 結合系 3 2 の材質と若干異なっている場合も含んでいる。本実施形態の第 1 補助系 2 5 は、フェノキシ樹脂製の糸である。したがって、本実施形態では、第 1 補助系 2 5 の材質は、第 2 結合系 3 2 の材質と同じである。

【 0 0 4 2 】

本実施形態の第 2 補助系 2 6 は、紡績糸である。本実施形態の第 2 補助系 2 6 は、断面形状が円形状の丸糸である。第 2 補助系 2 6 の外径は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれの外径よりも小さい。詳しくは、第 2 補助系 2 6 の外径は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 のそれぞれの短径よりも小さい。つまり、第 2 補助系 2 6 は、経糸 2 3 及び緯糸 2 4 よりも細糸である。

【 0 0 4 3 】

第 2 補助系 2 6 の外径は、第 1 結合系 3 1 の外径以下であるのが好ましい。「第 2 補助系 2 6 の外径が第 1 結合系 3 1 の外径以下である」は、第 2 補助系 2 6 の外径が第 1 結合系 3 1 の外径と同じである場合と、第 2 補助系 2 6 の外径が第 1 結合系 3 1 の外径よりも小さい場合とを含んでいる。本実施形態の第 2 補助系 2 6 の外径は、第 1 結合系 3 1 の外径と同じである。

【 0 0 4 4 】

第 2 補助系 2 6 の材質は、第 1 結合系 3 1 の材質と同等であるのが好ましい。「第 2 補助系 2 6 の材質が第 1 結合系 3 1 の材質と同等である」は、第 2 補助系 2 6 の材質が第 1 結合系 3 1 の材質と同じである場合を含んでいる。また、「第 2 補助系 2 6 の材質が第 1 結合系 3 1 の材質と同等である」は、第 2 補助系 2 6 及び第 1 結合系 3 1 の材質が同じである場合の第 1 結合系 3 1 に対する第 2 補助系 2 6 の摩擦係数が変化しない範囲で、第 2 補助系 2 6 の材質が第 1 結合系 3 1 の材質と若干異なっている場合も含んでいる。本実施形態の第 2 補助系 2 6 は、フェノキシ樹脂製の糸である。したがって、本実施形態では、第 2 補助系 2 6 の材質は、第 1 結合系 3 1 の材質と同じである。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、第 1 補助系 2 5、第 2 補助系 2 6、第 1 結合系 3 1、及び第 2 結合系 3 2 のそれぞれに用いられる糸は、同じ糸である。

[本実施形態の作用及び効果]

本実施形態の作用及び効果を説明する。

【 0 0 4 6 】

(1) 第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 において、第 1 方向 X に隣り合う緯糸 2 4 の間には、外径が緯糸 2 4 の外径よりも小さい第 1 補助系 2 5 が設けられている。このため、第 1 補助系 2 5 の位置に緯糸 2 4 が設けられている場合と比較して、第 1 方向 X に隣り合う緯糸 2 4 の間隔が狭くなる。また、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 において、第 1 方向 X に隣り合う緯糸 2 4 の間には、外径が緯糸 2 4 の外径よりも小さい第 2 補助系 2 6 が設けられている。このため、第 2 補助系 2 6 の位置に緯糸 2 4 が設けられている場合と比較して、第 1 方向 X に隣り合う緯糸 2 4 の間隔が狭くなる。

【 0 0 4 7 】

これにより、第 1 結合系 3 1 において第 2 補助系 2 6 を両側から挟み込む第 1 接続部 3 1 c の関係は平行に近付くため、第 2 補助系 2 6 は第 1 方向 X にずれにくくなる。また、第 1 結合系 3 1 において第 2 補助系 2 6 を両側から挟み込む第 1 接続部 3 1 c の関係が平行に近付くと、緯糸 2 4 を両側から挟み込む第 1 接続部 3 1 c の関係も平行に近付く。したがって、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 糸層 2 2 の緯糸 2 4 も第 1 方向 X にずれにくくなる。

【 0 0 4 8 】

同様に、第 2 結合系 3 2 において第 1 補助系 2 5 を両側から挟み込む第 2 接続部 3 2 c の関係は平行に近付くため、第 1 補助系 2 5 は第 1 方向 X にずれにくくなる。また、第 1 補助系 2 5 を両側から挟み込む第 2 接続部 3 2 c の関係が平行に近付くと、緯糸 2 4 を両側から挟み込む第 2 接続部 3 2 c の関係も平行に近付く。したがって、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 糸層 2 2 の緯糸 2 4 も第 1 方向 X にずれにくくなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

よって、第 3 方向 Z の両端に位置する第 2 系層 2 2 において、第 1 方向 X に隣り合う緯系 2 4 の間に隙間が生じにくくなる。その結果、繊維構造体 1 1 を用いて製造した繊維強化複合材 1 0 の強度低下を抑制できる。

【 0 0 5 0 】

(2) 第 1 補助系 2 5 と第 2 補助系 2 6 とは、第 3 方向 Z に重なっている。これにより、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 系層 2 2 の緯系 2 4 と、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 系層 2 2 の緯系 2 4 も、第 3 方向 Z に重なりやすくなる。よって、繊維強化複合材 1 0 の性能を設計した性能に近づけることができる。

【 0 0 5 1 】

(3) 経系 2 3 及び緯系 2 4 はそれぞれ、連続系である。したがって、経系 2 3 及び緯系 2 4 がそれぞれ紡績系である場合と比較して、繊維強化複合材 1 0 の強度が向上する。

(4) 第 2 方向 Y に隣り合う経系 2 3 の間には、第 1 結合系 3 1 及び第 2 結合系 3 2 の両方が配置されている。したがって、第 1 結合系 3 1 と第 2 結合系 3 2 とが第 2 方向 Y において経系 2 3 を介して交互に配置されている場合と比較して、第 3 方向 Z の両端に位置する第 2 系層 2 2 における緯系 2 4 のずれをより規制できる。

【 0 0 5 2 】

(5) 第 1 結合系 3 1、第 2 結合系 3 2、第 1 補助系 2 5、及び第 2 補助系 2 6 はそれぞれ、丸系である。このため、第 1 結合系 3 1、第 2 結合系 3 2、第 1 補助系 2 5、及び第 2 補助系 2 6 がそれぞれ扁平系である場合と比較して、繊維強化複合材 1 0 における経系 2 3 及び緯系 2 4 の割合を上げることができる。

【 0 0 5 3 】

(6) 第 1 補助系 2 5 の材質は、第 2 結合系 3 2 の材質と同等である。したがって、第 1 補助系 2 5 の材質が第 2 結合系 3 2 の材質と異なっている場合と比較して、第 1 補助系 2 5 のずれをより規制できる。また、第 2 補助系 2 6 の材質は、第 1 結合系 3 1 の材質と同等である。したがって、第 2 補助系 2 6 の材質が第 1 結合系 3 1 の材質と異なっている場合と比較して、第 2 補助系 2 6 のずれをより規制できる。

【 0 0 5 4 】

(7) 第 1 補助系 2 5 の外径は、第 2 結合系 3 2 の外径以下である。したがって、第 1 補助系 2 5 の外径が第 2 結合系 3 2 の外径よりも大きい場合と比較して、第 1 補助系 2 5 のずれをより規制できる。また、第 2 補助系 2 6 の外径は、第 1 結合系 3 1 の外径以下である。したがって、第 2 補助系 2 6 の外径が第 1 結合系 3 1 の外径よりも大きい場合と比較して、第 2 補助系 2 6 のずれをより規制できる。

【 0 0 5 5 】

(8) 複数の第 1 補助系 2 5 は、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 系層 2 2 内に配置されている。このため、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 系層 2 2 において、第 1 方向 X に隣り合う緯系 2 4 の隙間を小さくすることができる。よって、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 系層 2 2 の緯系 2 4 のずれをより規制できる。また、複数の第 2 補助系 2 6 は、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 系層 2 2 内に配置されている。この場合、第 3 方向 Z の第 2 端に位置する第 2 系層 2 2 において、第 1 方向 X に隣り合う緯系 2 4 の隙間を小さくすることができる。よって、第 3 方向 Z の第 1 端に位置する第 2 系層 2 2 の緯系 2 4 のずれをより規制できる。

【 0 0 5 6 】

(9) 経系 2 3 及び緯系 2 4 のそれぞれに用いられる糸は、同じ糸である。また、第 1 補助系 2 5、第 2 補助系 2 6、第 1 結合系 3 1、及び第 2 結合系 3 2 のそれぞれに用いられる糸は、同じ糸である。したがって、2 種類の糸を用意するだけで、繊維構造体 1 1 を製造することができる。

【 0 0 5 7 】

[変更例]

なお、上記実施形態は、以下のように変更して実施できる。上記実施形態及び以下の変

10

20

30

40

50

更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施できる。

【0058】

経糸23及び緯糸24はそれぞれ、強化繊維系であれば、紡績系であってもよい。

経糸23及び緯糸24はそれぞれ、強化繊維系であれば、扁平系でなくてもよい。

例えば、図5に示すように、経糸23及び緯糸24はそれぞれ、丸系であってもよい。この場合、経糸23及び緯糸24が扁平系である場合に必要となる特殊な給糸装置が不要であるため、製織時に通常の給糸装置を使用することができる。なお、通常の給糸装置とは、例えば、レピア織機のカラーセレクト装置やエアジェット織機のメインノズルのことを指す。

【0059】

なお、経糸23の断面形状と緯糸24の断面形状は異なってもよい。また、経糸23及び緯糸24の断面形状は、楕円形状や円形状に限定されない。

第2方向Yに隣り合う経糸23の間には、第1結合糸31及び第2結合糸32の両方が配置されていなくてもよい。例えば、第1結合糸31と第2結合糸32とは、第2方向Yにおいて経糸23を介して交互に配置されていてもよい。

【0060】

第1結合糸31及び第2結合糸32はそれぞれ、丸系でなくてもよい。例えば、第1結合糸31及び第2結合糸32はそれぞれ、扁平系であってもよい。なお、第1結合糸31の断面形状と第2結合糸32の断面形状は異なってもよい。また、第1結合糸31及び第2結合糸32の断面形状は、円形状や楕円形状に限定されない。

【0061】

第1補助糸25の外径は、経糸23及び緯糸24のそれぞれの外径よりも小さければ、第2結合糸32の外径よりも大きくてもよい。

第2補助糸26の外径は、経糸23及び緯糸24のそれぞれの外径よりも小さければ、第1結合糸31の外径よりも大きくてもよい。

【0062】

第1補助糸25及び第2補助糸26はそれぞれ、丸系でなくてもよい。例えば、第1補助糸25及び第2補助糸26はそれぞれ、扁平系であってもよい。なお、第1補助糸25の断面形状と第2補助糸26の断面形状は異なってもよい。また、第1補助糸25及び第2補助糸26の断面形状は、円形状や楕円形状に限定されない。

【0063】

マトリックス12は、エポキシ樹脂に限定されない。マトリックス12は、例えば、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂などの他の熱硬化性樹脂であってもよい。また、マトリックス12は、例えば、ポリアミド、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリイミド樹脂、ABS樹脂等といった熱可塑性樹脂であってもよい。

【0064】

強化繊維は、炭素繊維に限定されない。強化繊維は、ガラス繊維、炭化ケイ素系セラミック繊維、アラミド繊維、超高分子量ポリエチレン繊維等であってもよい。

第1結合糸31、第2結合糸32、第1補助糸25、及び第2補助糸26の材質は、フェノキシ樹脂に限定されない。第1結合糸31、第2結合糸32、第1補助糸25、及び第2補助糸26の材質は、例えば、ナイロンであってもよい。

【0065】

第1補助糸25の材質は、第2結合糸32の材質と同等でなくてもよい。

第2補助糸26の材質は、第1結合糸31の材質と同等でなくてもよい。

積層体20は、1つ以上の第1糸層21と2つ以上の第2糸層22とから形成されていれば、2つの第1糸層21と2つの第2糸層22とから形成されていなくてもよい。ただし、積層体20の第3方向Zの両端には、第2糸層22が位置しているものとする。

【0066】

例えば、積層体20は、2つの第1糸層21と3つの第2糸層22とが第3方向Zにお

10

20

30

40

50

いて交互に積層されたものであってもよい。この場合、積層体 2 0 は、第 3 方向 Z の両端に位置する第 2 系層 2 2 の他に、第 3 方向 Z において第 1 系層 2 1 の間に位置する第 2 系層 2 2 を有する。第 3 方向 Z において第 1 系層 2 1 の間に位置する第 2 系層 2 2 は、複数の補助系 2 5 を有していなくてもよい。つまり、第 3 方向 Z において第 1 系層 2 1 の間に位置する第 2 系層 2 2 は、複数の緯系 2 4 のみによって形成されていけばよい。

【 0 0 6 7 】

第 1 方向 X における補助系 2 5 , 2 6 の間隔を変更することによって、第 1 方向 X における緯系 2 4 の間隔を調整することができる。具体的には、第 1 方向 X における補助系 2 5 , 2 6 の間隔を広げることによって、第 1 方向 X における緯系 2 4 の間隔を広げることができる。第 1 方向 X における補助系 2 5 , 2 6 の間隔を狭めることによって、第 1 方向 X における緯系 2 4 の間隔を狭めることができる。

10

【符号の説明】

【 0 0 6 8 】

1 0 ... 繊維強化複合材、 1 1 ... 繊維強化複合材用繊維構造体としての繊維構造体、 1 2 ... マトリックス、 2 0 ... 積層体、 2 1 ... 第 1 系層、 2 2 ... 第 2 系層、 2 3 ... 第 1 強化繊維系としての経系、 2 4 ... 第 2 強化繊維系としての緯系、 2 5 ... 第 1 補助系、 2 6 ... 第 2 補助系、 3 1 ... 第 1 結合系、 3 2 ... 第 2 結合系、 X ... 第 1 方向、 Y ... 第 2 方向、 Z ... 第 3 方向。

20

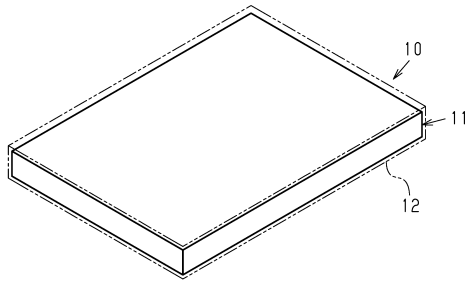
30

40

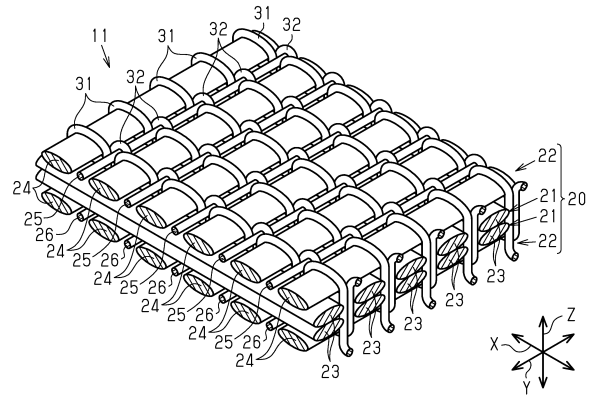
50

【 図面 】

【 図 1 】

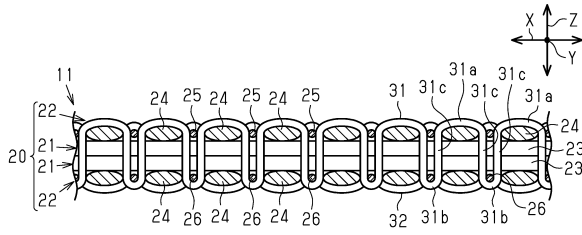


【 図 2 】

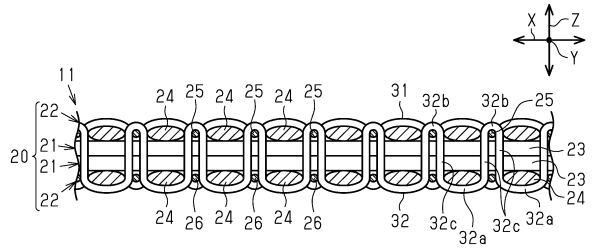


10

【 図 3 】

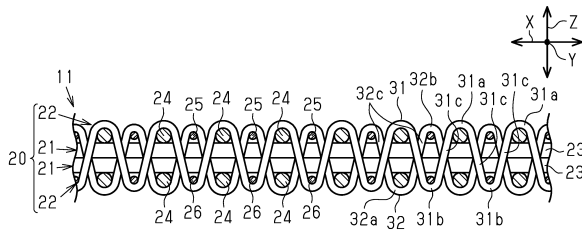


【 図 4 】



20

【 図 5 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 103960 (JP, A)
特開2002 - 180356 (JP, A)
特開2007 - 152672 (JP, A)
国際公開第2014 / 030632 (WO, A1)
特開2015 - 033819 (JP, A)
特開2015 - 080944 (JP, A)
国際公開第2017 / 082066 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B29B	11 / 16		
B29B	15 / 08	-	15 / 14
B29C	70 / 00	-	70 / 88
C08J	5 / 04	-	5 / 10
C08J	5 / 24		
D03D	1 / 00	-	27 / 18
D04H	1 / 00	-	18 / 04