

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6985953号  
(P6985953)

(45) 発行日 令和3年12月22日(2021.12.22)

(24) 登録日 令和3年11月30日(2021.11.30)

(51) Int.Cl.		F 1
<b>B 2 9 C</b>	<b>70/22</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B 2 9 B</b>	<b>11/16</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>65/02</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>65/34</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>65/70</b>	<b>(2006.01)</b>

請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-23384 (P2018-23384)  
 (22) 出願日 平成30年2月13日(2018.2.13)  
 (65) 公開番号 特開2019-136970 (P2019-136970A)  
 (43) 公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)  
 審査請求日 令和2年11月5日(2020.11.5)

(73) 特許権者 000006208  
 三菱重工工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
 (74) 代理人 110002147  
 特許業務法人酒井国際特許事務所  
 (72) 発明者 加茂 宗太  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 ▲高▼木 清嘉  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 石川 直元  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合材料の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

織り込まれて波状に延在する第1強化繊維により、少なくとも一方の端部に開口が設けられ、前記開口に連通する空間が内部に設けられるように形成された外側部材の、前記空間に、第2強化繊維に樹脂が含浸した内側部材を挿入する挿入ステップと、

前記内側部材の樹脂を硬化させることで、前記外側部材と前記内側部材とを接合して、前記外側部材と前記内側部材とが接合した複合材料を形成する、複合材料形成ステップと、

を有する、複合材料の製造方法。

【請求項2】

前記挿入ステップにおいて、複数の前記外側部材の外周面同士が連結して形成された連結部材の、それぞれの前記外側部材の内部に、前記内側部材を挿入する、請求項1に記載の複合材料の製造方法。

【請求項3】

前記連結部材は、前記第1強化繊維が、複数の前記外側部材にわたって設けられている、請求項2に記載の複合材料の製造方法。

【請求項4】

前記挿入ステップにおいて、前記内側部材と前記外側部材との間に発熱部材を設けつつ、前記外側部材の内部に前記内側部材を挿入する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の複合材料の製造方法。

## 【請求項 5】

前記外側部材は、熱可塑性樹脂を含有する繊維が織り込まれており、前記複合材料形成ステップにおいて、前記外側部材が含む熱可塑性樹脂を溶融させた後硬化させることで、前記外側部材と前記内側部材とを接合する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の複合材料の製造方法。

## 【請求項 6】

前記内側部材の樹脂は、前記熱可塑性樹脂を含有する繊維と同じ材料の熱可塑性樹脂である、請求項 5 に記載の複合材料の製造方法。

## 【請求項 7】

前記外側部材は、前記第 1 強化繊維が、三次元状に織り込まれている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の複合材料の製造方法。

10

## 【請求項 8】

前記内側部材は、一方向に向かって延在する複数の前記第 2 強化繊維に樹脂が含浸した一方向材である、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の複合材料の製造方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 強化繊維と前記第 2 強化繊維とは、同じ材料である、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の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、複合材料の製造方法に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

樹脂と強化繊維とを含む複合材料は、金属材料よりも軽量であり、さらに比強度及び比剛性が高いため、航空機の部材など、様々な用途に用いられる。通常、このような複合材料により部材を成形する際、強化繊維に樹脂が含浸されたシート状のプリプレグを積層して成形する。例えば、特許文献 1 には、一方向材の積層体とランダム材の積層体とを積層する構成が記載されている。一方向材とは、強化繊維の延在方向を一方向にそろえたシート状の UD (Uni Direction) 材である。また、ランダム材とは、強化繊維の延在方向がランダムとなっているシート状の部材である。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 5955 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、一方向材やランダム材を積層して部材を成形する場合、成形体の強度は高くなるが、複雑な形状を実現するのが困難となる。従って、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下を抑制できる複合材料が求められている。

40

## 【0005】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下を抑制できる複合材料の製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る複合材料の製造方法は、織り込まれて波状に延在する第 1 強化繊維により、少なくとも一方の端部に開口が設けられ、前記開口に連通する空間が内部に設けられるように形成された外側部材の、前記空間に、第 2 強化繊維に樹脂が含浸した内側部材を挿入する挿入ステップと、前記内側部材の樹脂を硬化させることで、前記外側部材と前記内側部材とを接合して、前記外側部材と前

50

記内側部材とが接合した複合材料を形成する、複合材料形成ステップと、を有する。

【0007】

この複合材料の製造方法は、外側の形状を、コニングル材である外側部材で形成した上で、内部の強度を、内側部材によって向上させることができる。従って、この製造方法によると、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下が抑制された複合材料を製造することができる。

【0008】

前記挿入ステップにおいて、複数の前記外側部材の外周面同士が連結して形成された連結部材の、それぞれの前記外側部材の内部に、前記内側部材を挿入することが好ましい。

【0009】

前記連結部材は、前記第1強化繊維が、複数の前記外側部材にわたって設けられていることが好ましい。

【0010】

前記挿入ステップにおいて、前記内側部材と前記外側部材との間に発熱部材を設けつつ、前記外側部材の内部に前記内側部材を挿入することが好ましい。

【0011】

前記外側部材は、熱可塑性樹脂を含有する繊維が織り込まれており、前記複合材料形成ステップにおいて、前記外側部材が含む熱可塑性樹脂を熔融させた後硬化させることで、前記外側部材と前記内側部材とを接合することが好ましい。

【0012】

前記内側部材の樹脂は、前記樹脂繊維と同じ材料の熱可塑性樹脂であることが好ましい。

【0013】

前記外側部材は、前記第1強化繊維が、三次元状に織り込まれていることが好ましい。

【0014】

前記内側部材は、一方向に向かって延在する複数の第2強化繊維に樹脂が含浸した一方向材であることが好ましい。

【0015】

前記第1強化繊維と前記第2強化繊維とは、同じ材料であることが好ましい。

【0016】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る複合材料は、前記複合材料の製造方法を用いて製造したものである。

【0017】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る複合材料は、織り込まれた第1強化繊維、及び、前記第1強化繊維を覆う樹脂層を有する外側部材と、一方向に向かって延在する複数の第2強化繊維、及び前記第2強化繊維を覆う樹脂を有する内側層が重なった内側部材と、を有し、前記外側部材は、前記内側部材の周囲に密着して設けられる。

【0018】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る複合材料は、第1強化繊維、及び、前記第1強化繊維を覆う樹脂層を有する外側部材と、織り込まれた第2強化繊維、及び前記第2強化繊維を覆う樹脂を有する内側層が重なった内側部材と、を有し、前記外側部材は、前記内側部材の周囲に密着して設けられる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本実施形態に係る複合材料の構成を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、内側部材の模式的な断面図である。

【図 3】図 3 は、成形前の外側部材の模式図である。

【図 4 A】図 4 A は、成形前の外側部材の模式的な部分図である。

【図 4 B】図 4 B は、成形前の外側部材の模式的な部分図の他の例である。

【図 4 C】図 4 C は、成形前の外側部材の模式的な部分図の他の例である。

【図 4 D】図 4 D は、成形前の外側部材の模式的な部分図の他の例である。

【図 5 A】図 5 A は、成形後の外側部材の模式図である。

【図 5 B】図 5 B は、成形後の外側部材の模式図の他の例である。

【図 6】図 6 は、複合材料の製造工程を説明する説明図である。

【図 7】図 7 は、加熱工程の他の例を示す模式図である。

10

【図 8】図 8 は、複合材料の形状の他の例を示す図である。

【図 9】図 9 は、成形後の外側部材の部分図の一例である。

【図 10】図 10 は、複合材料の他の例の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

【0022】

図 1 は、本実施形態に係る複合材料の構成を示す模式図である。本実施形態に係る複合材料 10 は、例えば航空機などの製品に用いられる部材である。本実施において、複合材料 10 は、断面が I 字形の部材であるが、形状はこれに限られない。また、以下、方向 X と、方向 X に直交する方向 Y と、方向 X 及び方向 Y に直交する方向 Z を規定する。

20

【0023】

図 1 に示すように、本実施形態に係る複合材料 10 は、芯材としての内側部材 12 A、12 B、12 C と、芯材を覆う外側部材 14 A、14 B、14 C と、を有する。外側部材 14 A は、開口 36 A が開口している筒状の部材である。外側部材 14 B は、開口 36 B が開口している筒状の部材である。外側部材 14 C は、開口 36 C が開口している筒状の部材である。外側部材 14 A は、連結箇所 37 A において、外側部材 14 B の連結箇所 37 B 1 に連結されている。また、外側部材 14 C は、連結箇所 37 C において、外側部材 14 B の連結箇所 37 B 2 に連結されている。連結箇所 37 A は、外側部材 14 A の筒形状の外周部分の箇所である。連結箇所 37 B 1、37 B 2 は、外側部材 14 B の筒形状の外周部分の箇所である。連結箇所 37 C は、外側部材 14 C の筒形状の外周部分の箇所である。すなわち、外側部材 14 A、14 B、14 C は、外周面同士が連結して、連結部材 15 を形成している。連結部材 15 は、筒状の外側部材 14 A、14 B、14 C が連結して、開口 36 A、36 B、36 C を有する I 字形状となっている。外側部材 14 A、14 B、14 C の詳細な構造については後述する。また、以下、外側部材 14 A、14 B、14 C を区別しない場合は、外側部材 14 と記載する。同様に、開口 36 A、36 B、36 C を区別しない場合は、開口 36 と記載する。

30

【0024】

内側部材 12 A は、外側部材 14 A の開口 36 A 内に設けられ、外周面が外側部材 14 A の内周面（開口 36 A の外周面）に接合されている。内側部材 12 B は、外側部材 14 B の開口 36 B 内に設けられ、外周面が外側部材 14 B の内周面（開口 36 B の外周面）に接合されている。内側部材 12 C は、外側部材 14 C の開口 36 C 内に設けられ、外周面が外側部材 14 C の内周面（開口 36 C の外周面）に接合されている。すなわち、内側部材 12 A、12 B、12 C は、外側部材 14 A、14 B、14 C の開口 36 A、36 B、36 C を閉塞するように設けられている。以下、内側部材 12 A、12 B、12 C を区別しない場合は、内側部材 12 と記載する。

40

【0025】

図 2 は、内側部材の模式的な断面図である。内側部材 12 は、第 2 強化繊維としての強

50

化繊維 2 2 と、樹脂 2 4 とを含む複合材であり、さらに言えば、強化繊維 2 2 に樹脂 2 4 が含浸した複合材である。強化繊維 2 2 は、樹脂 2 4 よりも強度が高い繊維である。強化繊維 2 2 は、材質が炭素である炭素繊維 (Carbon Fiber) である。また、樹脂 2 4 は、所定の温度まで加熱すると熔融する熱可塑性樹脂である。樹脂 2 4 は、熱可塑性の樹脂として、例えば、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリエーテルケトン (PEK)、及びポリフェニレンサルファイド (PPS) 等が用いられる。すなわち、本実施形態では、内側部材 1 2 は、炭素繊維強化熱可塑性プラスチック (CFRTP; Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastics) である。ただし、強化繊維 2 2 は、炭素繊維に限られず、他のプラスチック繊維、ガラス繊維又は金属繊維でもよい。ただし、樹脂 2 4 は、熱可塑性樹脂であることに限られず、例えば熱硬化性樹脂であってもよい。熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂が用いられる。

10

**【0026】**

図 2 に示すように、内側部材 1 2 は、内側層 2 5 が複数積層して構成されている。内側層 2 5 は、母材である樹脂 2 4 の層内に、複数の強化繊維 2 2 が並んでいる層である。ただし、内側層 2 5 同士は接合されているため、内側層 2 5 同士に界面は無いといえる。従って、内側層 2 5 とは、一列に並んだ強化繊維 2 2 とそれらの強化繊維 2 2 を覆う樹脂 2 4 の層であるといえる。

**【0027】**

本実施形態では、内側部材 1 2 A、1 2 C は、内側層 2 5 が方向 Z に沿って積層されており、内側層 2 5 において、強化繊維 2 2 が方向 X に沿って並んでいる。内側部材 1 2 A、1 2 C は、方向 X に沿った長さが、方向 Z に沿った長さより長く、方向 Y に沿った長さが、方向 X に沿った長さより長い。また、内側部材 1 2 B は、内側層 2 5 が方向 X に沿って積層されており、内側層 2 5 において、強化繊維 2 2 が方向 Z に沿って並んでいる。内側部材 1 2 B は、方向 Z に沿った長さが、方向 X に沿った長さより長く、方向 Y に沿った長さが、方向 Z に沿った長さより長い。ただし、内側部材 1 2 A、1 2 B、1 2 C における内側層 2 5 の積層方向と、内側層 2 5 における強化繊維 2 2 の並ぶ方向は、任意である。

20

**【0028】**

また、図 2 に示すように、内側部材 1 2 は、母材である樹脂 2 4 内に、複数の強化繊維 2 2 が方向 Y に沿って直線状に延在している。すなわち、内側部材 1 2 は、一方向材、言い換えれば UD (Uni Direction) 材である。内側部材 1 2 は、長さが最も長い方向 Y に沿って、強化繊維 2 2 が延在していることが好ましい。ただし、強化繊維 2 2 は、複数配列して任意の一方向に向かって延在するものであれば、方向 Y に沿って延在することに限られない。また、本実施形態では、内側部材 1 2 A、1 2 B、1 2 C の全てにおいて、強化繊維 2 2 が同じ方向に延在している。ただし、強化繊維 2 2 の延在方向が内側部材 1 2 毎に異なってもよい。また、内側部材 1 2 は、内側層 2 5 毎に、強化繊維 2 2 の延在方向が異なってもよい。また、内側部材 1 2 は、強化繊維 2 2 の延在方向が一方向のみ向いていなくてもよく、強化繊維 2 2 の延在方向が複数の方向を向いていてもよい。また、内側部材 1 2 は、内側層 2 5 内において、互いに異なる方向 (例えば X 方向及び Y 方向) に延在する強化繊維 2 2 同士が織り込まれていてもよい。すなわち、内側層 2 5 は、クロス材であってもよい。

30

40

**【0029】**

また、内側部材 1 2 は、必ずしも複数の内側層 2 5 を積層した積層体でなくてよく、例えば、複数の強化繊維 2 2 を束ねて一方向に延在するロープ状の強化繊維体とし、その強化繊維体が樹脂 2 4 で覆われた構成であってもよい。すなわち、内側部材 1 2 は、直線状に延在する樹脂 2 4 の周囲が樹脂 2 4 で覆われた構造であればよい。

**【0030】**

また、強化繊維 2 2 は、内側部材 1 2 の Y 方向に沿った一方の端部近傍から他方の端部近傍まで連続して延在する。すなわち、強化繊維 2 2 は、連続繊維である。ただし、強化繊維 2 2 は、連続繊維であることに限られず、途中で途切れてもよい。また、強化繊維 2

50

2は、直線状に延在していることが好ましい。

【0031】

次に、外側部材14について説明する。図3は、成形前の外側部材の模式図である。図3に示す外側部材14aは、成形前の外側部材である。言い換えれば、外側部材14aは、内側部材12に接合される前の外側部材14である。図3に示すように、外側部材14aとしての外側部材14Aaと外側部材14Baと外側部材14Caとは、連結して連結部材15aを形成している。なお、図3では、便宜的に、外側部材14aの一部の領域のみ、強化繊維32と樹脂繊維34aとが形成されているように記載されているが、実際は、外側部材14aの全領域において、強化繊維32と樹脂繊維34aとが形成されている。

10

【0032】

外側部材14aは、方向Yに沿って延在する筒状の部材であり、開口36が、方向Yに沿った一方の端部から他方の端部にわたって開口している。外側部材14aは、第1強化繊維としての強化繊維32と、樹脂繊維34aとが織り込まれて形成されている。すなわち、外側部材14aは、炭素繊維強化熱可塑性プラスチック製のコミングル材である。内側部材12の強化繊維22が樹脂24の層に覆われている一方、外側部材14aは、強化繊維32及び樹脂繊維34aが樹脂層などの他の層に覆われておらず、外部に露出している。ただし、強化繊維32は、外部に露出せず、周囲が樹脂で覆われていてもよい。なお、開口36は、外側部材14aの方向Yに沿った一方の端部に開口しており、内部に内側部材12を挿入可能であれば、他方の端部まで延在していなくてもよい。すなわち、外側部材14aは、袋状であってもよい。また、外側部材14aの表面に、衝撃を吸収する部材を設けてもよい。なお、図3の例では、外側部材14aは、方向Yに沿った長さ、すなわち開口36が貫通する方向の長さが、方向X及び方向Zに沿った長さより長い、長さの関係は、それに限られない。例えば、外側部材14aは、方向Yに沿った長さが、方向X及び方向Zに沿った長さより短くてよい。

20

【0033】

このように、外側部材14aは、筒状又は袋状であり、言い換えれば、空間35と開口36とが設けられた中空の部材であるということが出来る。開口36は、外側部材14aの一方の端部に開口している。空間35は、外側部材14aの内部に設けられた空間である。開口36と空間35とは、連通している。従って、外側部材14aは、後述するように、開口36から空間35内に、内側部材12が挿入可能となっている。なお、図3の例では、外側部材14aは、一方の端部と他方の端部とに開口36が設けられ、それぞれが空間35と連通した形状(筒状)となっている。ただし、外側部材14aは、一方の端部のみに開口36が設けられてもよい。この場合、外側部材14aは、他方の端部が閉塞された形状(袋状)となる。

30

【0034】

外側部材14aの強化繊維32は、織り込まれることで、波状に延在している。図3の例では、方向Zに向かって延在する強化繊維32は、延在方向である方向Zに向かうに従って、方向Yに沿った両方向にうねっている。すなわち、強化繊維32は、方向Zに向かうに従って、方向Y側に傾斜するように延在し、さらに方向Zに向かうに従って方向Yと反対側に傾斜するように延在し、それを繰り返すように波状に延在している。さらに言えば、強化繊維32の箇所32aと、箇所32aよりも方向Z側の箇所32bとは、方向Yにおいて異なる位置となっている。すなわち、箇所32bは、箇所32aよりも方向Y側に位置している。このように、内側部材12の強化繊維22が直線状に延在する一方、外側部材14aの強化繊維32は、波状に延在する。ただし、内側部材12の強化繊維22は、完全に直線状でなくてもよく、外側部材14aの強化繊維32の波状の起伏(箇所32aと箇所32bとの高さの差)が、内側部材12の強化繊維22の起伏より大きければよい。このように強化繊維32が波状に延在することで、外側部材14aは曲げ代が確保されて、形状成形が容易となる。

40

【0035】

50

強化繊維 3 2 は、材質が炭素である炭素繊維であり、内側部材 1 2 の強化繊維 2 2 と同じ材料で形成される。ただし、強化繊維 3 2 は、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた繊維であってもよい。また、強化繊維 3 2 は、強化繊維 2 2 と異なる材料であってもよく、例えば、炭素繊維の代わりに、他のプラスチック繊維、ガラス繊維又は金属繊維を含んでもよい。強化繊維 3 2 を、導電性を有する金属繊維とすることで、複合材料 1 0 の表面の導電性を向上することができ、耐雷特性を向上させることができる。また、内側部材 1 2 の強化繊維 2 2 が導電性を有する金属繊維にすることで、複合材料 1 0 の内部で、Y 方向に沿って電流を流すことが可能となるため、電線としての機能を持たせることができる。

【 0 0 3 6 】

樹脂繊維 3 4 a は、樹脂を含んだ繊維であり、より詳しくは、熱可塑性樹脂を含んだ繊維である。樹脂繊維 3 4 a は、熱可塑性樹脂により構成され、不可避的不純物を除き他の材料を含まないが、少なくとも熱可塑性樹脂を含有していれば、他の材料成分を含んでいてもよい。樹脂繊維 3 4 a は、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 と同じ材料の熱可塑性樹脂を繊維状に形成したものである。樹脂繊維 3 4 a は、熱可塑性の樹脂として、例えば、ポリエーテルエーテルケトン ( P E E K )、ポリエーテルケトンケトン ( P E K K )、及びポリフェニレンサルファイド ( P P S ) 等が用いられる。また、樹脂繊維 3 4 a は、熱可塑性樹脂を含有する繊維状の部材であれば、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 と異なる材料であってもよい。

【 0 0 3 7 】

外側部材 1 4 a は、強化繊維 3 2 と樹脂繊維 3 4 a とが織り込まれることで、筒状に形成された部材である。本実施形態では、複数の強化繊維 3 2 が外周に沿って延在し、強化繊維 3 2 に交錯するように、複数の樹脂繊維 3 4 a が延在している。すなわち、強化繊維 3 2 は、樹脂繊維 3 4 a と交差する方向に延在しており、隣接する 2 つの樹脂繊維 3 4 a の間を通っている。同様に、樹脂繊維 3 4 a も、隣接する 2 つの強化繊維 3 2 の間を通っている。強化繊維 3 2 と樹脂繊維 3 4 a とは、例えば、平織の袋織で織り込まれている。また、図 3 に示すように、強化繊維 3 2 は、方向 Y から見た外側部材 1 4 a の中心軸を中心とした円周方向、すなわち周方向に沿って、延在している。強化繊維 3 2 は、方向 Y に沿って複数設けられている。そして、樹脂繊維 3 4 a は、方向 Y に沿って延在し、外側部材 1 4 a の周方向に沿って複数設けられており、強化繊維 3 2 に対して織り込まれている。ただし、強化繊維 3 2 は、外側部材 1 4 a の中心軸を中心とした周方向に沿って延在する

【 0 0 3 8 】

また、強化繊維 3 2 は、外側部材 1 4 a の周方向の一周にわたって連続して延在している。すなわち、強化繊維 3 2 は、連続繊維である。ただし、強化繊維 3 2 は、連続繊維であることに限られず、一周の途中で途切れてもよい。また、強化繊維 3 2 は、周方向に沿って延在しているため、内側部材 1 2 の強化繊維 2 2 の延在方向を軸方向とした場合の、周方向に沿って延在するといえる。すなわち、強化繊維 3 2 は、強化繊維 2 2 の周りを周方向に沿って延在しているといえる。さらに言えば、内側部材 1 2 の強化繊維 2 2 が、主荷重が生じる方向 ( ここでは方向 Y ) に延在し、外側部材 1 4 a の強化繊維 3 2 が、この強化繊維 2 2 を束ねる周方向に延在していることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

また、外側部材 1 4 a は、複数の強化繊維 3 2 を有しているが、強化繊維 3 2 を一本のみ有していてもよい。この場合、強化繊維 3 2 は、例えば、外側部材 1 4 a の周方向に複数周にわたって連続して延在する。同様に、外側部材 1 4 a は、Y 方向に沿って延在する樹脂繊維 3 4 a を複数有しているが、樹脂繊維 3 4 a を一本のみ有していてもよい。この場合、樹脂繊維 3 4 a は、外側部材 1 4 a の Y 方向に沿った端部で折り返して、外側部材 1 4 a の周方向に沿って配列する。

【 0 0 4 0 】

図 4 A は、成形前の外側部材の模式的な部分図である。上述のように、外側部材 1 4 A a と外側部材 1 4 B a と外側部材 1 4 C a とは連結している。この連結部分における強化

10

20

30

40

50

繊維 3 2 について説明する。図 4 A の例では、外側部材 1 4 B a と外側部材 1 4 C a との連結部分、すなわち連結箇所 3 7 B 2、3 7 C について説明している。連結箇所 3 7 B 2 と連結箇所 3 7 C とは、互いに連結されているため一体となっている。強化繊維 3 2 と樹脂繊維 3 4 a とは、この連結箇所 3 7 B 2、3 7 C にも設けられている。具体的には、外側部材 1 4 B a は、強化繊維 3 2 として、強化繊維 3 2 A と強化繊維 3 2 B とを有している。また、外側部材 1 4 C a は、強化繊維 3 2 として、強化繊維 3 2 C を有している。強化繊維 3 2 A は、外側部材 1 4 B a の周方向に沿って延在し、外側部材 1 4 B a の一周にわたって設けられている。すなわち、強化繊維 3 2 A は、連結箇所 3 7 B 2 においても織り込まれている。また、強化繊維 3 2 C は、外側部材 1 4 C a の周方向に沿って延在し、外側部材 1 4 C a の一周にわたって設けられている。すなわち、強化繊維 3 2 C は、連結箇所 3 7 C においても織り込まれている。

10

**【 0 0 4 1 】**

一方、強化繊維 3 2 B は、外側部材 1 4 B a の外周面から外側部材 1 4 C a の外周面にわたって設けられている。すなわち、強化繊維 3 2 A が外側部材 1 4 B a の外周を一周して、他の外側部材 1 4 A a、1 4 C a には設けられていないのに対し、強化繊維 3 2 B は、連結部材 1 5 a (外側部材 1 4 a の集合体) 全体の外周を一周している。言い換えれば、強化繊維 3 2 B は、複数の外側部材 1 4 にわたって設けられている。強化繊維 3 2 B は、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C には設けられていない。なお、強化繊維 3 2 B は、全ての外側部材 1 4 A a、1 4 B a、1 4 C a にわたって設けられているが、隣接する少なくとも 2 つの外側部材 1 4 a にわたっていけばよい。外側部材 1 4 A a と外側部材 1 4 B a との連結箇所 3 7 A、3 7 B 1 での強化繊維 3 2 は、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C での強化繊維 3 2 と同様に織り込まれているため、説明を省略する。

20

**【 0 0 4 2 】**

図 4 B から図 4 D は、成形前の外側部材の模式的な部分図の他の例である。連結箇所 3 7 B 2、3 7 C における強化繊維の配置は、図 4 A の例に限られない。例えば、図 4 B に示すように、強化繊維 3 4 B s を、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C 内まで延在させてもよい。この場合、強化繊維 3 4 B s は、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C 内において、方向 Z に沿って延在させることが好ましい。外側部材 1 4 B a と外側部材 1 4 C a とが剥離する方向 (ここでは方向 Z) に荷重を受けた場合に、強化繊維 3 4 B s によって、剥離を好適に抑制することができる。

30

**【 0 0 4 3 】**

また、図 4 C に示すように、強化繊維 3 2 B t を連結箇所 3 7 B 2、3 7 C 内において、交差させてもよい。図 4 C は、強化繊維を一本とした例であるが、強化繊維を複数設けた場合であっても、強化繊維 3 2 B t を連結箇所 3 7 B 2、3 7 C 内において交差させてもよい。強化繊維 3 2 B t を連結箇所 3 7 B 2、3 7 C 内において交差させることで、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C における強度低下を好適に抑制することができる。

**【 0 0 4 4 】**

また、図 4 D に示すように、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C において、部材 4 0 を設けてもよい。部材 4 0 は、強化繊維 4 1 と樹脂層 4 2 とを有する部材であり、内側部材 1 2 と同様の U D 材である。連結箇所 3 7 B 2、3 7 C に部材 4 0 を設けることで、連結箇所 3 7 B 2、3 7 C における強度低下を好適に抑制することができる。ただし、部材 4 0 は、強化繊維を含む部材であれば、U D 材に限られない。また、部材 4 0 は、図 4 A に示す構造に設けたものであるが、図 4 B 及び図 4 C に示す構造においても設けてよい。

40

**【 0 0 4 5 】**

このように、外側部材 1 4 a は、強化繊維 3 2 と樹脂繊維 3 4 a とが織り込まれることで、強化繊維 3 2 が波状に延在し、筒状に形成された部材である。ただし、強化繊維 3 2 が、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた繊維である場合、樹脂繊維 3 4 a が織り込まれていなくてもよい。すなわち、外側部材 1 4 a は、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた強化繊維 3 2 同士が、織り込まれていてもよい。この場合、図 3 の強化繊維 3 2 と樹脂繊維 3 4 a とで示すように、2 本の強化繊維 3 2 が織り込まれたものに限られず、1 本の強化繊維

50

維 3 2 が、織り込まれて、言い換えれば編み込まれていてもよい。また、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた強化繊維と、炭素繊維であって樹脂繊維を含まない強化繊維とが、織り込まれていてもよい。

【 0 0 4 6 】

以上説明した外側部材 1 4 a 内に、内側部材 1 2 が挿入され、加熱及び冷却することで、外側部材 1 4 が成形される。図 5 A は、成形後の外側部材の模式図である。外側部材 1 4 a が有する樹脂繊維 3 4 a は、熱可塑性樹脂であるため、加熱により溶融する。溶融した樹脂繊維 3 4 a は、液状の樹脂となって流動し、強化繊維 3 2 に含浸し、また、強化繊維 3 2 の周囲を覆う。この液状の樹脂を冷却すると、硬化して、樹脂 3 4 となる。外側部材 1 4 は、外側部材 1 4 a 中の樹脂繊維 3 4 a が溶融した後、樹脂 3 4 に変わったものである。すなわち、図 5 A に示すように、外側部材 1 4 は、強化繊維 3 2 と樹脂 3 4 とを有する複合材料であり、強化繊維 3 2 に樹脂 3 4 が含浸している。さらに言えば、外側部材 1 4 は、母材である樹脂 3 4 内に、複数の強化繊維 3 2 が周方向に沿って延在している。また、強化繊維 3 2 は、外側部材 1 4 a の状態において、樹脂繊維 3 4 a に織り込まれていたため、波状に延在している。従って、外側部材 1 4 においても、強化繊維 3 2 は、外側部材 1 4 a の状態のまま、波状に延在している。

10

【 0 0 4 7 】

図 5 B は、成形後の外側部材の模式図の他の例である。樹脂繊維 3 4 a の代わりに、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた強化繊維が用いられた場合、炭素繊維の部分は溶融せずに残る。この場合は、図 5 B に示すように、強化繊維 3 2 に織り込まれた炭素繊維 3 4 b の部分が残った形態となる。この場合、成形後の外側部材 1 4 は、互いに織り込まれた強化繊維 3 2 と炭素繊維 3 4 b とが、樹脂 3 4 に覆われた（含浸された）構造となる。このように炭素繊維 3 4 b を残すことで、炭素繊維 3 4 b により強化繊維 3 2 を束ねた状態を保つことができ、強度低下をより好適に抑制することができる。

20

【 0 0 4 8 】

複合材料 1 0 は、以上のような構造の内側部材 1 2 と外側部材 1 4 とを有している。以下、複合材料 1 0 の製造工程について説明する。図 6 は、複合材料の製造工程を説明する説明図である。図 6 に示すように、複合材料 1 0 を製造する際は、まず、内側部材 1 2 と、成形前の外側部材 1 4 a とを準備する。樹脂 2 4 として熱硬化性樹脂を用いた場合、準備する内側部材 1 2 は、樹脂 2 4 の硬化前のプリプレグの状態であってもよいし、樹脂 2 4 を硬化させた後の状態であってもよい。

30

【 0 0 4 9 】

内側部材 1 2 と外側部材 1 4 a とを準備した後、外側部材 1 4 a の内部に内側部材 1 2 を挿入する（ステップ S 1 0 ; 挿入ステップ）。具体的には、外側部材 1 4 A a の開口 3 6 A から空間 3 5 内に、内側部材 1 2 A を挿入して、外側部材 1 4 A a の内部に内側部材 1 2 A を配置する。また、外側部材 1 4 B a の開口 3 6 B から空間 3 5 内に、内側部材 1 2 B を挿入して、外側部材 1 4 B a の内部に内側部材 1 2 B を配置する。また、外側部材 1 4 C a の開口 3 6 C から空間 3 5 内に、内側部材 1 2 C を挿入して、外側部材 1 4 C a の内部に内側部材 1 2 C を配置する。なお、このステップ S 1 0 において、外側部材 1 4 a の内周と内側部材 1 2 の外周とは、接合されていない。また、外側部材 1 4 a の内周と内側部材 1 2 の外周とは、密着しておらず一部が離間していてもよい。また、外側部材 1 4 a の内周と内側部材 1 2 の外周との間に、樹脂製のフィルムを挿入して、接合性を向上させてもよい。

40

【 0 0 5 0 】

なお、挿入ステップにおいては、全ての内側部材 1 2 を外側部材 1 4 a に挿入したが、一部の内側部材 1 2 のみを外側部材 1 4 a に挿入してもよい。例えば、挿入ステップにおいて後段のステップで加熱する箇所の内側部材 1 2 だけを、外側部材 1 4 a に挿入してもよい。例えば、複合材料 1 0 を別の部材に接合する場合は、後述するステップ S 1 6 の後に、複合材料 1 0 を別の部材に接合する。この場合、別の部材に接合する面における内側部材 1 2 は、この挿入ステップで挿入しなくてもよい。この内側部材 1 2 は、別の部材に

50

接合する際に、外側部材 1 4 a に挿入し、別の部材と接合するための加熱により、外側部材 1 4 に接合される。

【 0 0 5 1 】

外側部材 1 4 a の内部に内側部材 1 2 を挿入した後、内側部材 1 2 が挿入された外側部材 1 4 a を、型 5 0、5 2 内に配置する。図 6 の例では、型 5 0 は、外側部材 1 4 a の方向 X に沿った一方の表面に押当てられ、型 5 2 は、外側部材 1 4 a の方向 X に沿った他方の表面に押当てられる。すなわち、外側部材 1 4 a は、型 5 0 と型 5 2 とに挟まれ、型 5 0、5 2 内に収納される。外側部材 1 4 a は、型 5 0、5 2 内で、加圧されながら加熱される（ステップ S 1 2 ; 加熱ステップ）。この加熱ステップにおいて、外側部材 1 4 a は、樹脂繊維 3 4 a の融点以上の温度まで加熱されるため、樹脂繊維 3 4 a が熔融し、液状の樹脂となる。この液状の樹脂は、流動して、強化繊維 3 2 に含浸しつつ、強化繊維 3 2 の周囲を覆う。外側部材 1 4 a は、この液状の樹脂により、外周の形状が例えば型 5 0、5 2 により定められた形となる。また、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 も熔融する。従って、外側部材 1 4 a の内周と内側部材 1 2 の外周との間の空間は、内側部材 1 2 の熔融した樹脂 2 4 や、樹脂繊維 3 4 a の熔融した樹脂により、閉塞（充填）される。従って、外側部材 1 4 a の開口 3 6 が内側部材 1 2 によって閉塞される。

10

【 0 0 5 2 】

内側部材 1 2 が挿入された外側部材 1 4 a を加熱した後、内側部材 1 2 が挿入された外側部材 1 4 a が冷却される（ステップ S 1 4 ; 冷却ステップ）。この冷却ステップにおいては、内側部材 1 2 が挿入された外側部材 1 4 a は、型 5 0、5 2 内において、樹脂繊維 3 4 a の融点より低い温度まで冷却され、所定時間保持される。従って、樹脂繊維 3 4 a の熔融した樹脂は、樹脂 3 4 として硬化し、外側部材 1 4 となる。また、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 も硬化する。型 5 0、5 2 によって所望の形状となった液状の樹脂が硬化することで、樹脂は、その所望の形状となったまま硬化する。これにより、複合材料 1 0 が、形成される。また、内側部材 1 2 と外側部材 1 4 とは、樹脂の硬化により、接合される。本実施形態においては、加熱ステップと冷却ステップとが、複合材料形成ステップに相当する。

20

【 0 0 5 3 】

冷却ステップを実行して樹脂が硬化した後、複合材料 1 0 を型 5 0、5 2 から取り出し（ステップ S 1 6 ; 取り出しステップ）、複合材料 1 0 の製造工程は終了する。なお、樹脂 2 4 として熱硬化性樹脂を用いた場合であって、準備工程においてプリプレグの状態の内側部材 1 2 を用いた場合は、加熱ステップにおいて樹脂 2 4 が硬化する。また、樹脂 2 4 として熱硬化性樹脂を用いた場合であって、準備工程において硬化済みの内側部材 1 2 を用いた場合は、内側部材 1 2 は、加熱ステップ及び冷却ステップにおいて、形状が変化しない。

30

【 0 0 5 4 】

ここで、例えば内側部材 1 2 は、プリプレグの状態において、強化繊維に樹脂が含浸した部材である。例えば複合材料 1 0 のような I 字形状を、この部材のみから実現する場合、C 字型とした 2 つの部材を背中合わせにし、上下にキャップとフィラーとを組み合わせる必要がある。このように、プリプレグの状態から強化繊維に樹脂が含浸した部材は、プリプレグの状態でも板状となっているため、曲げ加工などが困難となり、複雑な形状の形成が困難である。一方、例えば外側部材 1 4 のようなコミングル材は、プリプレグ（成形前）の状態において、樹脂である樹脂繊維と強化繊維とが織り込まれた構造となっており、さらに言えば、強化繊維が波状に延在している。従って、曲げ加工などによる、複雑な形状も実現可能である。しかし、コミングル材は、プリプレグの状態から強化繊維に樹脂が含浸した部材に比べ、強度が低い傾向にある。従って、強化繊維と樹脂とを有する複合材料において、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下を抑制できるものが求められている。

40

【 0 0 5 5 】

それに対し、本実施形態に係る複合材料 1 0 は、挿入ステップと複合材料ステップとに

50

よって製造される。挿入ステップは、外側部材 1 4 a の内部の空間 3 5 に内側部材 1 2 を挿入するステップである。外側部材 1 4 a は、織り込まれて波状に延在する強化繊維 3 2 (第 1 強化繊維) により、少なくとも一方の端部に開口 3 6 が設けられ、開口 3 6 に連通する空間 3 5 が内部に設けられるように形成された部材である。内側部材 1 2 は、強化繊維 2 2 (第 2 強化繊維) に樹脂 2 4 が含浸した部材である。複合材料形成ステップは、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 を硬化させることで、外側部材 1 4 と内側部材 1 2 とを接合して、複合材料 1 0 を形成する。複合材料 1 0 は、外側部材 1 4 と内側部材 1 2 とが接合した部材である。

【 0 0 5 6 】

本実施形態に係る複合材料 1 0 は、内側部材 1 2 として、強化繊維 2 2 に樹脂 2 4 が含浸したものである。そして、外側部材 1 4 a は、強化繊維 3 2 を織り込んで、開口 3 6 と空間 3 5 とが連通する形状、すなわち筒状に形成したものであり、強化繊維 3 2 は、織り込まれることで波状に延在している。そして、このような外側部材 1 4 a で、その内側部材 1 2 を覆う。そして、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 を硬化させることで、外側部材 1 4 と内側部材 1 2 とを接合する。このように製造された複合材料 1 0 は、外側部材 1 4 の内部に内側部材 1 2 が設けられた構造となり、言い換えれば、外側部材 1 4 が内側部材 1 2 の周囲に密着した構造となる。外側部材 1 4 a は、強化繊維 3 2 が波状に延在するため、形状の自由度が高い。従って、この製造方法によると、外側部材 1 4 a で外側の形状を形成した上で、内部の強度を内側部材 1 2 によって向上させることができる。従って、このような製造方法で製造された複合材料 1 0 は、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下がよく抑制されたものとなる。

【 0 0 5 7 】

また、挿入ステップにおいて、連結部材 1 5 a が有するそれぞれの外側部材 1 4 a の内部に、内側部材 1 2 を挿入することが好ましい。連結部材 1 5 a は、複数の外側部材 1 4 a の外周面同士が連結して形成された部材である。本実施形態に係る製造方法は、筒状の外側部材 1 4 a の外周面を連結した連結部材 1 5 a を用いて、複合材料 1 0 を製造する。従って、このような製造方法で製造された複合材料 1 0 は、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下が抑制されたものとなる。

【 0 0 5 8 】

また、連結部材 1 5 a は、第 1 強化繊維としての強化繊維 3 2 が、複数の外側部材 1 4 a にわたって設けられている。従って、この連結部材 1 5 a は、表面の強度低下をより好適に抑制することができる。また、強化繊維 3 2 が複数の外側部材 1 4 にわたって連続しているため、例えば強化繊維 3 2 の一部が破損しても、強化繊維 3 2 の他の部分で強度を担保することができる。

【 0 0 5 9 】

また、外側部材 1 4 a は、熱可塑性樹脂を含有する繊維が織り込まれている。そして、複合材料形成ステップにおいて、外側部材 1 4 a が含む熱可塑性樹脂を溶融させた後硬化させることで、外側部材 1 4 a と内側部材 1 2 とを接合する。この外側部材 1 4 a は、熱可塑性樹脂を含有する繊維が織り込まれたコミングル材である。従って、外側の形状を、コミングル材である外側部材 1 4 で形成した上で、内部の強度を、内側部材 1 2 によって向上させることができる。従って、このような製造方法で製造された複合材料 1 0 は、所望の形状をより容易に実現することができる。

【 0 0 6 0 】

また、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 は、樹脂繊維 3 4 a と同じ材料の熱可塑性樹脂であることが好ましい。内側部材 1 2 と外側部材 1 4 とで樹脂を同じ材料とすることで、内側部材 1 2 と外側部材 1 4 とを好適に接合することができる。

【 0 0 6 1 】

また、内側部材 1 2 は、一方向に向かって延在する複数の強化繊維 2 2 (第 2 強化繊維) に樹脂 2 4 が含浸した一方向材であることが好ましい。内側部材 1 2 として一方向材を用いることで、複合材料 1 0 の強度低下をより好適に抑制することができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、強化繊維 3 2 (第 1 強化繊維) と強化繊維 2 2 (第 2 強化繊維) とは、同じ材料であることが好ましい。内側部材 1 2 と外側部材 1 4 とで強化繊維の材料を共通とすることで、複合材料 1 0 の強度低下をより好適に抑制することができる。ただし、上述のように、強化繊維 3 2 と強化繊維 2 2 とを異なる材料とすることもできる。この場合、内側部材 1 2 用に適切な機能を持たせつつ、外側部材 1 4 用の適切な機能を持たせることができる。

## 【 0 0 6 3 】

なお、本実施形態においては、加熱ステップ及び冷却ステップにおいて、型 5 0、5 2 で外側部材 1 4 a を加圧していた。ただし、必ずしも型 5 0、5 2 を用いなくてもよい。図 7 は、加熱工程の他の例を示す模式図である。加熱ステップにおいては、外側部材 1 4 a の外周面 1 6 に、加圧部材 5 4 を接触させる。加圧部材 5 4 は、外周面 1 6 を押圧する部材である。この場合、外側部材 1 4 a は、型 5 0、5 2 に入れられず、また、加圧部材 5 4 が接触される外周面 1 6 と反対側の表面が、加圧されず開放されている。外側部材 1 4 a は、外周面 1 6 が加圧部材 5 4 に押圧され、内周面 1 8 が、内側部材 1 2 に支持される。従って、外側部材 1 4 a は、加圧部材 5 4 と内側部材 1 2 とに、押圧(加圧)される。また、加熱ステップにおいては、例えば加圧部材 5 4 により、押圧した状態の外側部材 1 4 a の外周面 1 6 を加熱する。これにより、押圧された状態で外側部材 1 4 a 内の熱可塑性樹脂が溶融する。内側部材 1 2 も熱可塑性樹脂を含んでいる場合、内側部材 1 2 の表面の熱可塑性樹脂も融解して、外側部材 1 4 a の熱可塑性樹脂と混ざり合う。その後、冷却ステップで熱可塑性樹脂を硬化させることで、所望の形状の外側部材 1 4 となる。

## 【 0 0 6 4 】

なお、このように加熱する場合は、内側部材 1 2 がある程度の剛性を有していることが好ましい。従って、例えば、加圧部材 5 4 は、内側部材 1 2 に対し、樹脂 2 4 の溶融温度より低い温度に保ってもよい。また、内側部材 1 2 の樹脂 2 4 の溶融温度より高い温度に加熱して、内側部材 1 2 の界面が外側部材 1 4 の界面と混ざり合うようにしてもよい。または、熱硬化性樹脂である樹脂 2 4 を有し、かつ、樹脂 2 4 が硬化済みの内側部材 1 2 を用いることも好ましい。この場合、内側部材 1 2 と樹脂 2 4 との間に、内側部材 1 2 と樹脂 2 4 とを接着する接着層を設けることが好ましい。すなわち、内側部材 1 2 と樹脂 2 4 との間に、フィルム状の接着剤を挟んでもよいし、内側部材 1 2 と樹脂 2 4 との間に、接着剤を塗布してもよい。

## 【 0 0 6 5 】

また、図 7 に示すように、内側部材 1 2 と外側部材 1 4 a との間に、発熱部材 6 0 を配置してもよい。この場合、加熱ステップにおいて、内側部材 1 2 と外側部材 1 4 a との間に発熱部材 6 0 が設けられた状態で、外側部材 1 4 a の外周面 1 6 に、加圧部材 5 4 を接触させる。発熱部材 6 0 は、熱を発する部材であり、内側部材 1 2 の外周面、言い換えれば外側部材 1 4 a の内周面 1 8 を覆うシート状の部材である。発熱部材 6 0 は、加熱ステップにおいて、外側部材 1 4 a を内周面 1 8 側から加熱する。従って、発熱部材 6 0 は、例えば加圧部材 5 4 により押圧した箇所だけ加熱されたとしても、外側部材 1 4 a の内側の加熱を補助して、加熱を促進することができる。発熱部材 6 0 は、例えば加熱ステップにおいて発熱するが、それ以外においては発熱しないことが好ましい。また、発熱部材 6 0 は、複合材料 1 0 内に残留しても強度への影響が低い部材であることが好ましい。発熱部材 6 0 としては、例えば、電磁場などで発熱する金属粉などを含む発熱フィルムや、発熱用電極が印字されたフィルムなどが挙げられる。又は、内側部材 1 2 に直接発熱回路を印字してもよい。また、加圧部材 5 4 として超音波振動するものを用いた場合、発熱部材 6 0 を、それに対するエネルギーダイレクタとなるような凹凸状のフィルムとしてもよい。また、内側部材 1 2 の表面を予め凹凸形状としてもよい。この場合、例えば、スパッタリングにより、内側部材 1 2 の表面に熱した樹脂を付着させることで、凹凸形状を実現できる。また、発熱部材 6 0 に用いるフィルムは、内側部材 1 2 や外側部材 1 4 の樹脂と同じ材料としておくと、加熱後に混ざり合うため、好ましい。なお、発熱部材 6 0 は、必ずし

も設けられなくてもよい。

【0066】

図8は、複合材料の形状の他の例を示す図である。本実施形態では、複合材料10がI字形状であったが、上述のように、形状はこれに限られない。例えば、図8に示すように、複合材料10bは、翼形状であってもよい。複合材料10bは、複合材料10と同様の工程で製造され、芯材としての内側部材12bの周囲に外側部材14bが覆われた形状となっている。

【0067】

図9は、成形後の外側部材の部分図の一例である。外側部材14aが、樹脂繊維を含まない強化繊維32と、樹脂繊維34aとが織り込まれて筒状に形成された場合であって、内側部材12の強化繊維22同士が、内側層25内において、互いに織り込まれている場合、成形後の複合材料10の構造は、図9のようになる。すなわち、図9に示すように、この複合材料10が有する外側部材14は、強化繊維32（第1強化繊維）と、強化繊維32を覆う樹脂34（樹脂層）を有する筒状の部材となる。この場合、強化繊維32は、他の繊維に織り込まれていない。一方、内側部材12は、外側部材14の内部に密着して設けられ、言い換えれば、外側部材14が、内側部材12の周囲に密着して設けられた形状となる。そして、内側部材12は、互いに交差する強化繊維22A、22B（第2強化繊維）と、強化繊維22A、22Bを覆う樹脂24を有する内側層25が重なった部材となる。このような複合材料10は、所望の形状を容易に実現でき、かつ、強度の低下がよく抑制されたものとなる。

【0068】

また、本実施形態では、外側部材14は、熱可塑性樹脂を含有する繊維が織り込まれたコミングル材であった。ただし、外側部材14は、織り込まれることで波状に延在する強化繊維32によって筒状に形成されているものであれば、コミングル材に限られない。図10は、複合材料の他の例の模式図である。図10に示すように、例えば、外側部材14Sは、強化繊維32X、32Y、32Z（第2強化繊維）が、三次元状に織り込まれていてもよい。強化繊維32X、32Y、32Zは、強化繊維32と同じ材料であり、樹脂繊維を含まないが、樹脂繊維を含んでもよい。

【0069】

強化繊維32Xは、例えば方向Xに沿って延在し、強化繊維32Yは、例えば方向Yに沿って延在し、強化繊維32Zは、例えば方向Zに沿って延在する。強化繊維32Xと強化繊維32Yとは、互いに織り込まれている。織り込まれるとは、例えば、X方向に沿って隣接する2つの強化繊維32Yのうち、一方の強化繊維32Yは、ある強化繊維32XよりもZ方向に沿った上側に位置しているのに対し、他方の強化繊維32Yは、同じ強化繊維32XよりもZ方向に沿った下側に位置しているような形状を指す。また、強化繊維32Zは、強化繊維32X、32Yの間に挿通されつつ蛇行して、方向Xや方向Yに沿って延在している。すなわち、強化繊維32X、32Y、32Zは、織り込まれることで波状に延在している。

【0070】

外側部材14Sは、成形前の状態においては、強化繊維32X、32Y、32Zが外部に露出しており、樹脂層に覆われていない。外側部材14Sは、成形時において、例えば内側部材12から溶け出した樹脂24が、強化繊維32X、32Y、32Zに含浸し、成形後に、強化繊維32X、32Y、32Zが樹脂24に覆われる。ただし、強化繊維32X、32Y、32Zの表面に、微量の樹脂を塗布することで、成形前から樹脂に覆われていてもよい。この場合でも、強化繊維32X、32Y、32Zが波状に延在しているため、この外側部材14Sも、所望の形状を容易に実現することができる。

【0071】

このように、図10に示す複合材料10において、外側部材14Sは、互いに交差して織り込まれた強化繊維32X、32Y、32Z（複数の第1強化繊維）と、強化繊維32X、32Y、32Zを覆う樹脂層と有する筒状の部材となる。また、内側部材12は、外

10

20

30

40

50

側部材 1 4 S の内部に密着して設けられ、言い換えれば、外側部材 1 4 S が、内側部材 1 2 の周囲に密着して設けられた形状となる。内側部材 1 2 は、一方向に向かって延在する複数の強化繊維 2 2 (第 2 強化繊維) と、強化繊維 2 2 を覆う樹脂 2 4 を有する内側層 2 5 が重なった部材となる。

【 0 0 7 2 】

また、図 5 B に示すように、樹脂繊維 3 4 a の代わりに、炭素繊維と樹脂繊維とが混ぜられた強化繊維が用いられた場合、成形後の外側部材 1 4 は、互いに交差して織り込まれた複数の第 1 強化繊維と、第 1 強化繊維を覆う樹脂層を有する筒状の部材となる。そして、内側部材 1 2 は、一方向に向かって延在する複数の強化繊維 2 2 (第 2 強化繊維) と、強化繊維 2 2 を覆う樹脂 2 4 を有する内側層 2 5 が重なった部材となる。このような複合

10

【 0 0 7 3 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態の内容により実施形態が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

【符号の説明】

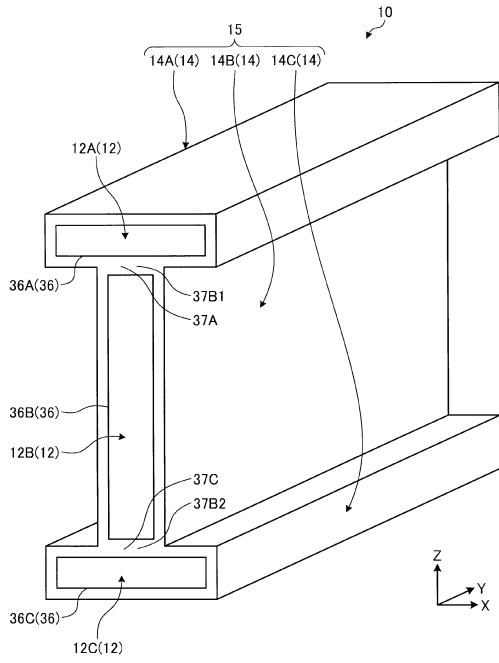
【 0 0 7 4 】

- 1 0 複合材料
- 1 2、1 2 A、1 2 B、1 2 C 内側部材
- 1 4、1 4 a、1 4 A、1 4 A a、1 4 B、1 4 B a、1 4 C、1 4 C a 外側部材
- 2 2 強化繊維 (第 2 強化繊維)
- 2 4 樹脂
- 3 2 強化繊維 (第 1 強化繊維)
- 3 4 樹脂
- 3 4 a 樹脂繊維
- 3 5 空間
- 3 6、3 6 A、3 6 B、3 6 C 開口

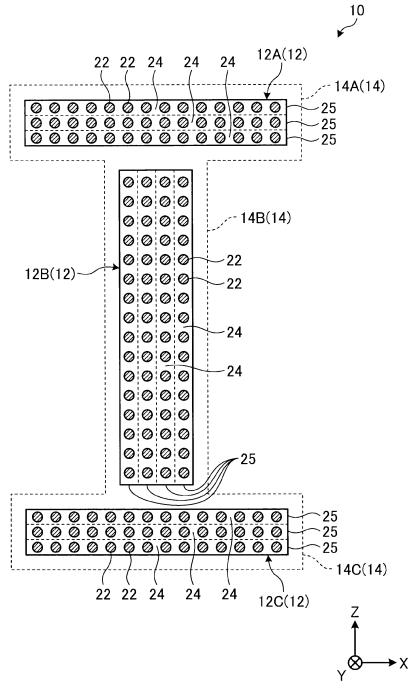
20

30

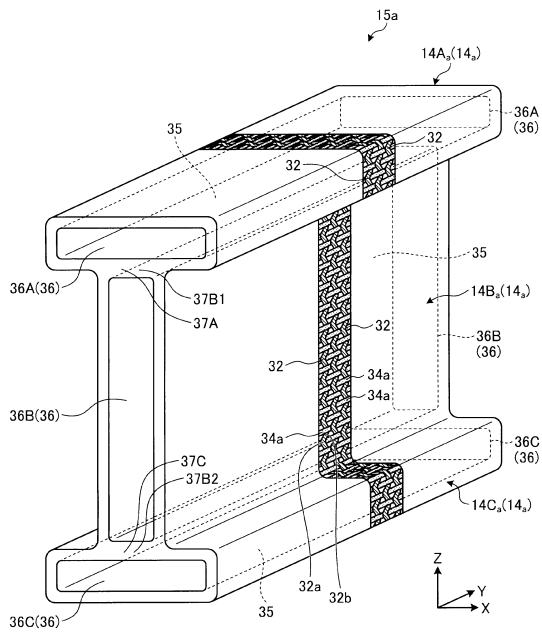
【 図 1 】



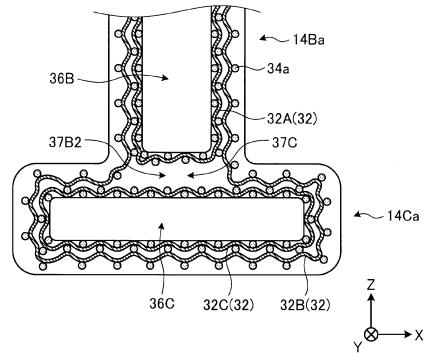
【 図 2 】



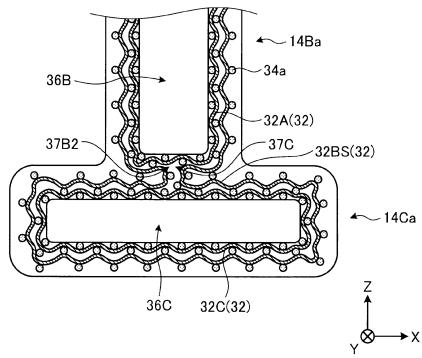
【 図 3 】



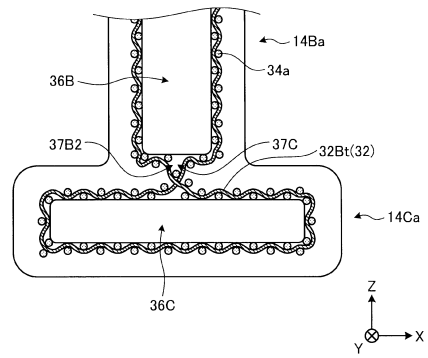
【 図 4 A 】



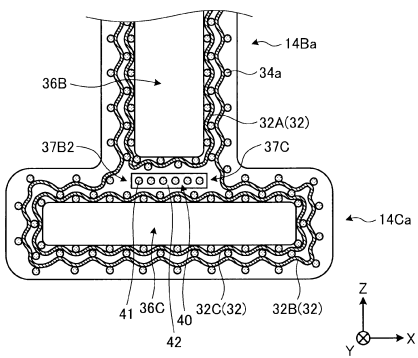
【 図 4 B 】



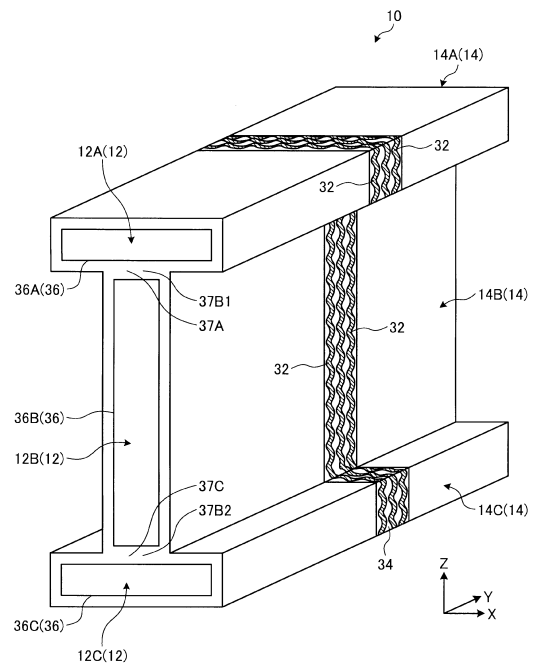
【 図 4 C 】



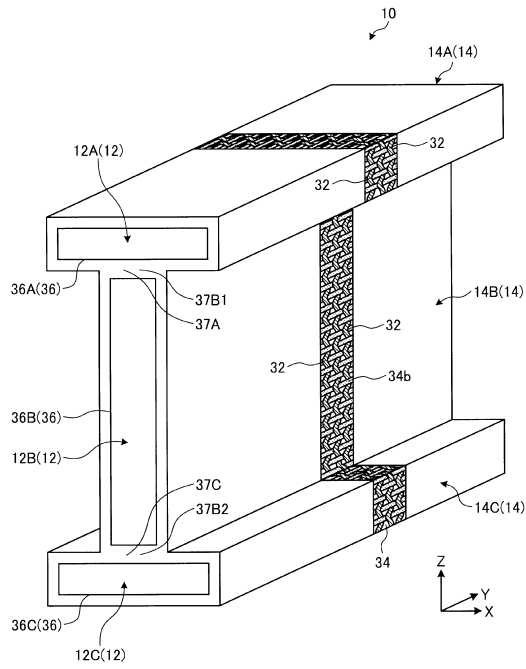
【 図 4 D 】



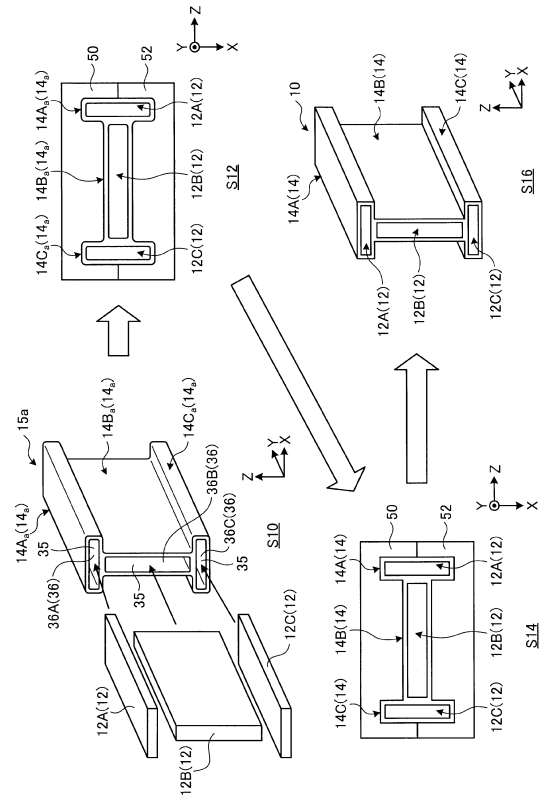
【 図 5 A 】



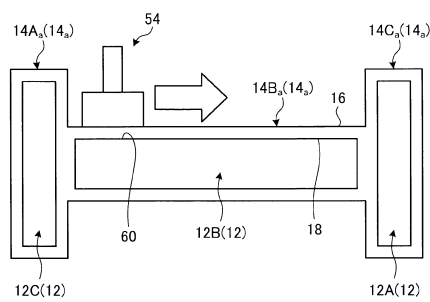
【 図 5 B 】



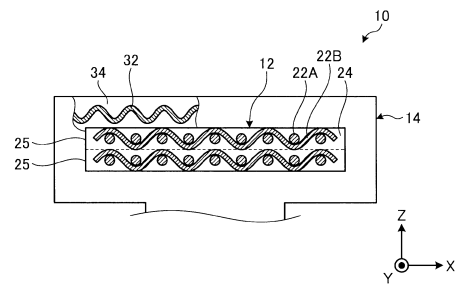
【 図 6 】



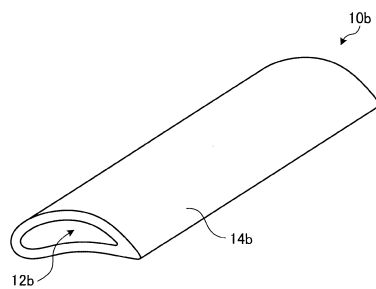
【 図 7 】



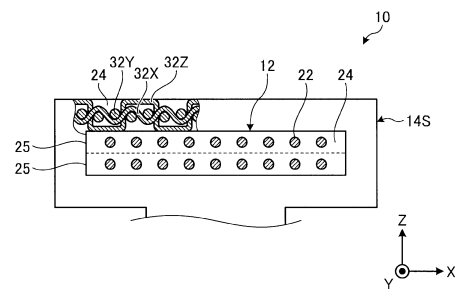
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
<b>B 2 9 C 70/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 70/20
<b>B 2 9 C 70/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 70/24
<b>B 2 9 C 70/46</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 70/46
B 2 9 K 101/12	(2006.01)	B 2 9 K 101:12
B 2 9 K 105/10	(2006.01)	B 2 9 K 105:10

- (72)発明者 堀苑 英毅  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 西村 涉  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 高柳 俊幸  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 神原 信幸  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 藤原 直昭  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 勝俣 司  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 大橋 一輝  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特表平05-508115(JP,A)  
特開2013-204744(JP,A)  
特表2016-527112(JP,A)  
特表2010-516512(JP,A)  
特表2010-524718(JP,A)  
特開2011-167951(JP,A)  
特開2016-098467(JP,A)  
特開平05-000459(JP,A)  
米国特許出願公開第2002/0065154(US,A1)  
特表2010-523730(JP,A)  
米国特許第3349537(US,A)  
米国特許第5407195(US,A)  
国際公開第2010/150682(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 9 C 70/00 - 70/88  
B 2 9 C 65/00 - 65/82  
B 2 9 B 11/16  
B 2 9 B 15/08 - 15/14  
C 0 8 J 5/04 - 5/24  
B 2 9 K 101/12, 105/08