

(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2021-133636
(P2021-133636A)

(43) 公開日 令和3年9月13日(2021.9.13)

(51) Int. Cl.
B29C 70/48 (2006.01)

F I
B29C 70/48

テーマコード(参考)
4F205

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2020-33179 (P2020-33179)
(22) 出願日 令和2年2月28日(2020.2.28)

(出願人による申告)平成28年度 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構/次世代構造部材創製・加工技術開発/次世代複合材及び軽金属構造部材創製・加工技術開発(第二期)の委託研究、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000005348
株式会社SUBARU
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(74) 代理人 110000936
特許業務法人青海特許事務所
(72) 発明者 田尻 啓祐
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
(72) 発明者 平林 大輔
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内

最終頁に続く

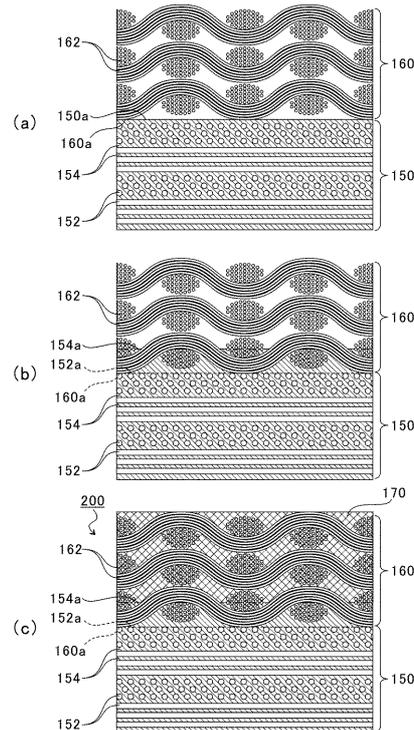
(54) 【発明の名称】 複合材の製造方法、および、複合材

(57) 【要約】

【課題】 繊維基材間の剥離強度を向上させる。

【解決手段】 複合材の製造方法は、第1基材150を構成する第1繊維基材152における第1樹脂154が含浸された、第1基材150の第1の面(上面150a)と、第2基材160を構成する第2繊維基材162における樹脂が含浸されていない、第2基材160の第2の面(下面160a)とを接触させる工程と、第1繊維基材152に含浸された第1樹脂154の一部を第2繊維基材162に含浸させる工程と、を含む。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基材を構成する第 1 繊維基材における樹脂が含侵された、前記第 1 基材の第 1 の面と、第 2 基材を構成する第 2 繊維基材における樹脂が含浸されていない、前記第 2 基材の第 2 の面とを接触させる工程と、

前記第 1 繊維基材に含侵された樹脂の一部を前記第 2 繊維基材に含浸させる工程と、を含む複合材の製造方法。

【請求項 2】

前記含侵させる工程は、前記第 1 の面と前記第 2 の面とを接触させた、前記第 1 基材および前記第 2 基材を、前記樹脂の熔融温度範囲内に維持する工程を含む請求項 1 に記載の複合材の製造方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 基材は、プリプレグまたは片面タックプリプレグである請求項 1 または 2 に記載の複合材の製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 基材は、プリフォームまたは片面タックプリプレグである請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の複合材の製造方法。

【請求項 5】

第 1 繊維基材と、

前記第 1 繊維基材の一方の面と接触する、一方の面を有する第 2 繊維基材と、

前記第 2 繊維基材の一部および前記第 1 繊維基材に充填された第 1 樹脂と、

前記第 2 繊維基材に充填され、前記第 1 樹脂と接触する第 2 樹脂と、

を備え、

前記第 1 樹脂と前記第 2 樹脂との境界面は、前記第 1 繊維基材の一方の面と前記第 2 繊維基材の一方の面との接触面よりも前記第 2 繊維基材の内側に形成される複合材。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合材の製造方法、および、複合材に関する。

【背景技術】

30

【0002】

繊維基材に樹脂（プラスチック）を複合させた複合材（繊維強化プラスチック（FRP：Fiber Reinforced Plastics））は、軽量、かつ、高強度である。このため、複合材は、自動車、航空機、および、宇宙分野における構造材料等に利用されている。

【0003】

複合材は、樹脂が含浸された繊維基材（プリプレグ）を積層させて積層体を形成した後、樹脂を硬化させることで製造される（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献 1】国際公開第 2018/051445 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、異なる樹脂が含侵されたプリプレグ同士を積層する場合、異なる樹脂がそれぞれ含侵された第 1 繊維基材と第 2 繊維基材との間に、樹脂の境界が位置することになる。このため、繊維基材間の剥離強度が低くなってしまい、繊維基材間において亀裂が進展してしまったり、層間剥離が生じてしまったりするという問題がある。

【0006】

本発明は、このような課題に鑑み、繊維基材間の剥離強度を向上させることが可能な複

50

合材の製造方法および複合材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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の複合材の製造方法は、第1基材を構成する第1繊維基材における樹脂が含浸された、第1基材の第1の面と、第2基材を構成する第2繊維基材における樹脂が含浸されていない、第2基材の第2の面とを接触させる工程と、第1繊維基材に含浸された樹脂の一部を第2繊維基材に含浸させる工程と、を含む。

【0008】

また、含浸させる工程は、第1の面と第2の面とを接触させた、第1基材および第2基材を、樹脂の溶融温度範囲内に維持する工程を含んでもよい。

【0009】

また、第1基材は、プリプレグまたは片面タックプリプレグであってもよい。

【0010】

また、第2基材は、プリフォームまたは片面タックプリプレグであってもよい。

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の複合材は、第1繊維基材と、第1繊維基材の一方の面と接触する、一方の面を有する第2繊維基材と、第2繊維基材の一部および第1繊維基材に充填された第1樹脂と、第2繊維基材に充填され、第1樹脂と接触する第2樹脂と、を備え、第1樹脂と第2樹脂との境界面は、第1繊維基材の一方の面と第2繊維基材の一方の面との接触面よりも第2繊維基材の内側に形成される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、繊維基材間の剥離強度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】航空機の概略斜視図である。

【図2】航空機の翼の一部を示した縦断面図である。

【図3】実施形態の複合材の製造方法の処理の流れを説明するフローチャートである。

【図4】実施形態の複合材の製造方法において用いられる複合材製造装置を説明する図である。

【図5】複合材の製造方法における第1基材および第2基材を説明する図である。

【図6】実施例および比較例の破壊靱性値（モード1）を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【0015】

図1は、航空機1の概略斜視図である。図1に示すように、航空機1は、主翼3と、水平尾翼5と、垂直尾翼7と（以下、これらを単に翼ともいう）を含む。図2は、航空機1の翼の一部を示した縦断面図である。図2に示すように、航空機1の翼は、外板9と、ストリング11とを含む。

【0016】

外板9は、航空機1の翼の外殻をなす。外板9は、例えば、平板形状である。ストリング11は、外板9に取り付けられる。ストリング11は、外板9を補強する補強材として機能する。ストリング11は、接続部11aと、突起部11bとを含む。接続部11aは、外板9に接続される。突起部11bは、接続部11aに連続し、外板9から離隔する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

突起部 1 1 b と外板 9 との間には、中空部 1 1 c が形成される。ストリング 1 1 は、例えば、ハット型のハットストリングや、波型のコルゲートストリングである。図 2 では、ストリング 1 1 がハットストリングである例を示すが、これに限定されず、ストリング 1 1 は、コルゲートストリングであってもよい。ここで、コルゲートストリングは、図 2 に示すハットストリングを、図 2 中、左右方向に複数連続させた形状を有する。外板 9 およびストリング 1 1 は、複合材で構成される。

【 0 0 1 8 】

以下、本実施形態にかかる複合材の製造方法、例えば、外板 9 およびストリング 1 1 を一体形成する方法について説明する。

【 0 0 1 9 】

[複合材の製造方法]

図 3 は、本実施形態の複合材の製造方法の処理の流れを説明するフローチャートである。図 4 は、本実施形態の複合材の製造方法において用いられる複合材製造装置 1 0 0 を説明する図である。

【 0 0 2 0 】

図 3 に示すように、本実施形態の複合材の製造方法は、接触工程 S 1 1 0 と、第 1 含浸工程 S 1 2 0 と、第 2 含浸工程 S 1 3 0 と、硬化工程 S 1 4 0 とを含む。本実施形態において、接触工程 S 1 1 0、第 1 含浸工程 S 1 2 0、第 2 含浸工程 S 1 3 0、および、硬化工程 S 1 4 0 は、複合材製造装置 1 0 0 によって実行される。以下、まず、複合材製造装置 1 0 0 について説明する。

【 0 0 2 1 】

[複合材製造装置 1 0 0]

本実施形態において、複合材製造装置 1 0 0 は、複合材を V a R T M (Vacuum Resin Transfer Molding) 法により製造 (成形) する装置である。図 4 に示すように、複合材製造装置 1 0 0 は、成型型 1 1 0 と、フィルム材 1 1 2 と、シール材 1 1 4 と、治具 (中子) 1 1 6 と、樹脂拡散メディア 1 1 8 と、樹脂供給部 1 2 0 と、樹脂排出部 1 3 0 とを備える。

【 0 0 2 2 】

成型型 1 1 0 とフィルム材 1 1 2 との間には、空間 S が形成される。空間 S は、成型型 1 1 0 とフィルム材 1 1 2 との間に配されたシール材 1 1 4 により密閉される。空間 S 内には、治具 1 1 6 と、樹脂拡散メディア 1 1 8 と、第 1 基材 1 5 0 および第 2 基材 1 6 0 とが配される。

【 0 0 2 3 】

第 1 基材 1 5 0 は、成型型 1 1 0 の上に載置される。第 1 基材 1 5 0 は、外板 9 に対応する。治具 1 1 6 は、第 1 基材 1 5 0 の上に載置される。治具 1 1 6 は、ストリング 1 1 の突起部 1 1 b と外板 9 との間に形成される中空部 1 1 c (図 2 参照) と大凡等しい外形形状である。治具 1 1 6 は、ストリング 1 1 の成形後の突起部 1 1 b (図 2 参照) の形状を保持する。したがって、治具 1 1 6 の外形形状は、ストリング 1 1 の突起部 1 1 b の内面形状に形成される。治具 1 1 6 は、図 4 中、奥行き方向に延在している。

【 0 0 2 4 】

第 2 基材 1 6 0 は、治具 1 1 6 の上から第 1 基材 1 5 0 上に載置される。つまり、治具 1 1 6 は、第 1 基材 1 5 0 と第 2 基材 1 6 0 との間に配される。第 2 基材 1 6 0 の一部は、第 1 基材 1 5 0 に接触する。第 2 基材 1 6 0 は、ストリング 1 1 に対応する。第 1 基材 1 5 0 および第 2 基材 1 6 0 については後に詳述する。

【 0 0 2 5 】

樹脂拡散メディア 1 1 8 は、第 2 基材 1 6 0 の上に載置される。樹脂拡散メディア 1 1 8 は、例えば、ポリエチレン等のネットが用いられ、後述する樹脂供給部 1 2 0 から供給された第 2 樹脂を空間 S 内に均一に拡散する。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

樹脂供給部 1 2 0 および樹脂排出部 1 3 0 は、シール材 1 1 4 により密閉された空間 S に接続される。樹脂供給部 1 2 0 は、樹脂供給タンク 1 2 2 と、配管 1 2 4 と、開閉弁 1 2 6 とを備える。樹脂供給タンク 1 2 2 は、第 2 樹脂を貯蔵する。配管 1 2 4 は、樹脂供給タンク 1 2 2 とフィルム材 1 1 2 とを接続する。配管 1 2 4 は、フィルム材 1 1 2 に着脱自在に設けられる。開閉弁 1 2 6 は、配管 1 2 4 に設けられる。開閉弁 1 2 6 は、配管 1 2 4 に形成される流路を開閉する。

【 0 0 2 7 】

樹脂排出部 1 3 0 は、真空ポンプ 1 3 2 と、樹脂排出タンク 1 3 4 と、配管 1 3 6 とを備える。真空ポンプ 1 3 2 は、配管 1 3 6 を介して吸入側がフィルム材 1 1 2 に接続される、真空ポンプ 1 3 2 は、吐出側が樹脂排出タンク 1 3 4 に接続される。真空ポンプ 1 3 2 は、空間 S 内の空気および第 2 樹脂を吸引する。樹脂排出タンク 1 3 4 は、真空ポンプ 1 3 2 によって吸引された第 2 樹脂を貯蔵する。配管 1 3 6 は、フィルム材 1 1 2 に着脱自在に設けられる。

10

【 0 0 2 8 】

続いて、複合材の製造方法の上記各工程について説明する。図 5 は、複合材の製造方法における第 1 基材 1 5 0 および第 2 基材 1 6 0 を説明する図である。図 5 中、第 1 樹脂 1 5 4 をハッチングで示し、第 2 樹脂 1 7 0 をクロスハッチングで示す。

【 0 0 2 9 】

[接触工程 S 1 1 0]

接触工程 S 1 1 0 では、まず、第 1 基材 1 5 0 が成形型 1 1 0 上に載置される。そして、第 1 基材 1 5 0 上に治具 1 1 6 が配された後、治具 1 1 6 上に第 2 基材 1 6 0 が載置される。つまり、第 1 基材 1 5 0 と第 2 基材 1 6 0 との間に、所定の間隔をあけて治具 1 1 6 が配される。

20

【 0 0 3 0 】

そうすると、図 5 (a) に示すように、第 1 基材 1 5 0 の上面 1 5 0 a (第 1 の面) と、第 2 基材 1 6 0 の下面 1 6 0 a (第 2 の面) とが接触する箇所が生じる。つまり、接触工程 S 1 1 0 は、第 1 基材 1 5 0 の上面 1 5 0 a と、第 2 基材 1 6 0 の下面 1 6 0 a とを接触させる工程である。

【 0 0 3 1 】

第 1 基材 1 5 0 は、第 1 繊維基材 1 5 2 と、第 1 樹脂 1 5 4 (第 1 樹脂) とを含む。本実施形態において、第 1 基材 1 5 0 は、第 1 繊維基材 1 5 2 全域に亘って第 1 樹脂 1 5 4 が含浸されたプリプレグである。

30

【 0 0 3 2 】

第 2 基材 1 6 0 は、第 2 繊維基材 1 6 2 を含む。本実施形態において、第 2 基材 1 6 0 は、第 2 繊維基材 1 6 2 のみで構成されるプリフォームである。換言すれば、第 2 基材 1 6 0 は、樹脂が含浸されていない第 2 繊維基材 1 6 2 である。

【 0 0 3 3 】

第 1 繊維基材 1 5 2 および第 2 繊維基材 1 6 2 は、炭素繊維、ガラス繊維、ポロン繊維、アラミド繊維、および、ポリアリレート繊維 (例えば、ベクトラン (登録商標) 繊維) のうち、いずれか 1 または複数で構成される。なお、第 1 繊維基材 1 5 2 と、第 2 繊維基材 1 6 2 とは、同一の繊維で構成されてもよいし、異なる繊維で構成されてもよい。

40

【 0 0 3 4 】

第 1 樹脂 1 5 4 は、熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂である。

【 0 0 3 5 】

熱硬化性樹脂は、例えば、フェノール樹脂 (P F)、エポキシ樹脂 (E P)、メラミン樹脂 (M F)、尿素樹脂 (U F)、不飽和ポリエステル樹脂 (U P)、アルキド樹脂、ポリウレタン (P U R)、熱硬化性ポリイミド (P I)、ベンゾオキサジン、および、ポリビスマレイミド (B M I) のうち、いずれか 1 または複数である。

【 0 0 3 6 】

熱可塑性樹脂は、例えば、ポリフェニレンスルファイド (P P S)、プリテトラフルオ

50

ロエチレン、ポリサルフォン（P S F）、ポリエーテルサルフォン（P E S）、非晶ポリアリレート（P A R）、液晶ポリマー（L C P）、ポリエーテルエーテルケトン（P E E K）、熱可塑性ポリイミド（P I）、ポリアミドイミド（P A I）、ポリアミド（P A）、ナイロン、ポリアセタール（P O M）、ポリカーボネート（P C）、変性ポリフェニレンエーテル（変性P P E）、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリブチレンテレフタレート（P B T）、環状ポリオレフィン（C O P）、ポリエチレン（P E）、ポリプロピレン（P P）、ポリ塩化ビニル（P V C）、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン（P S）、ポリ酢酸ビニル（P V A c）、ポリウレタン（P U R）、A B S樹脂、A S樹脂、アクリル樹脂（P M M A）、および、ポリエーテルケトンケトン（P E K K）のうち、いずれか1または複数である。

10

【0037】

[第1含浸工程S120]

第1含浸工程S120は、第1繊維基材152に含浸された第1樹脂154の一部を第2繊維基材162に含浸させる工程である。本実施形態では、まず、第2繊維基材162上に樹脂拡散メディア118が載置され、樹脂拡散メディア118の上にフィルム材112が被せられる。そして、第1基材150、第2基材160、および、樹脂拡散メディア118の周囲を囲うように、フィルム材112と成形型110との間にシール材114が設けられる。これにより、フィルム材112と成形型110との間に密閉された空間Sが形成され、空間S内に、第1基材150、第2基材160、治具116、および、樹脂拡散メディア118が収容される。その後、樹脂供給部120の配管124、および、樹脂排出部130の配管136がフィルム材112接続される。なお、この際、開閉弁126は閉弁される。

20

【0038】

そして、不図示の加熱装置は、空間S内を所定の熔融温度範囲内まで昇温し、第1基材150および第2基材160を、第1樹脂154の熔融温度範囲内に維持する。熔融温度範囲は、第1樹脂154が熔融する温度を含む所定の温度範囲である。第1樹脂154が熔融したら、真空ポンプ132を駆動させる。

【0039】

そうすると、毛細管現象および真空ポンプ132の吸引によって、図5(b)に示すように、第1基材150の第1樹脂154の一部が第2繊維基材162に含浸される。なお、第1含浸工程S120を実行した後、第1繊維基材152の一方の面152a(上面)と、第2繊維基材162の一方の面(第2基材160の下面160a)とが接触し、第1樹脂154の界面154aは、第2繊維基材162内に形成される。

30

【0040】

[第2含浸工程S130]

第2含浸工程S130は、第2樹脂170を第2繊維基材162に含浸する工程である。本実施形態の第2含浸工程S130では、真空ポンプ132の駆動を維持したまま、開閉弁126が開弁される。そうすると、樹脂供給タンク122内に貯蔵された第2樹脂170が空間S内に供給される。

【0041】

第2樹脂170は、第1樹脂154が熱硬化性樹脂である場合、熱硬化性樹脂である。また、第2樹脂170は、第1樹脂154が熱可塑性樹脂である場合、熱可塑性樹脂である。なお、第2樹脂170の種類は、第1樹脂154と同一であってもよいし、第1樹脂154と異なってもよい。

40

【0042】

空間S内に供給された第2樹脂170は、樹脂拡散メディア118によって第2繊維基材162の上面全面に拡散される。樹脂拡散メディア118によって拡散された第2樹脂170は、図5(c)に示すように、第2基材160の第2繊維基材162に含浸される。そして、第2樹脂170は、第2繊維基材162内を鉛直下方に移動し、第1樹脂154の界面154aに接触する。つまり、第2含浸工程S130を実行することにより、第

50

2 繊維基材 1 6 2 における第 1 樹脂 1 5 4 が含侵されていない箇所に第 2 樹脂 1 7 0 が含侵される。

【 0 0 4 3 】

なお、樹脂供給部 1 2 0 によって供給された第 2 樹脂 1 7 0 のうち、第 2 基材 1 6 0 に含侵されなかった余剰分の第 2 樹脂 1 7 0 は、樹脂排出部 1 3 0 の樹脂排出タンク 1 3 4 に排出される。

【 0 0 4 4 】

[硬化工程 S 1 4 0]

硬化工程 S 1 4 0 は、第 1 樹脂 1 5 4 および第 2 樹脂 1 7 0 を硬化させる工程である。例えば、第 1 樹脂 1 5 4 および第 2 樹脂 1 7 0 が熱硬化性樹脂である場合、不図示の加熱装置は、空間 S 内を所定の硬化温度まで昇温し、空間 S 内を硬化温度に維持する。硬化温度は、第 1 樹脂 1 5 4 および第 2 樹脂 1 7 0 が硬化する温度である。

【 0 0 4 5 】

硬化工程 S 1 4 0 を実行することにより、図 5 (c) に示す、第 1 繊維基材 1 5 2 と、第 1 繊維基材 1 5 2 の一方の面 1 5 2 a と接触する一方の面 (下面 1 6 0 a) を有する第 2 繊維基材 1 6 2 と、第 2 繊維基材 1 6 2 の一部および第 1 繊維基材 1 5 2 に連続して充填された第 1 樹脂 1 5 4 と、第 2 繊維基材 1 6 2 に充填され、第 1 樹脂 1 5 4 と接触する第 2 樹脂 1 7 0 と、を備え、第 1 樹脂 1 5 4 と第 2 樹脂 1 7 0 との境界面 (界面 1 5 4 a) は、第 1 繊維基材 1 5 2 の一方の面 1 5 2 a と第 2 繊維基材 1 6 2 の一方の面 (下面 1 6 0 a) との接触面よりも第 2 繊維基材 1 6 2 の内側に形成される複合材 2 0 0 が製造される。

【 0 0 4 6 】

つまり、外板 9 およびストリング 1 1 が一体的に形成される。このとき、治具 1 1 6 により、ストリング 1 1 の突起部 1 1 b が形成される。

【 0 0 4 7 】

外板 9 およびストリング 1 1 が形成された後、治具 1 1 6 は、外板 9 とストリング 1 1 の間から引き抜かれる。これにより、図 2 に示すように、外板 9 とストリング 1 1 の突起部 1 1 b との間には、中空部 1 1 c が形成される。

【 0 0 4 8 】

以上説明したように、本実施形態にかかる複合材の製造方法によれば、第 1 基材 1 5 0 を構成する第 1 繊維基材 1 5 2 と、第 2 基材 1 6 0 を構成する第 2 繊維基材 1 6 2 との接触面 (境界面) と、第 1 樹脂 1 5 4 と第 2 樹脂 1 7 0 との接触面 (境界面) とを異ならせることができる。したがって、第 1 基材 1 5 0 と第 2 基材 1 6 0 との間、つまり、第 1 繊維基材 1 5 2 と第 2 繊維基材 1 6 2 との間の剥離強度を向上させることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

これにより、プリプレグを積層して形成した従来の複合材とは異なり、第 1 基材 1 5 0 および第 2 基材 1 6 0 をファスナ等で締結せずとも、第 1 繊維基材 1 5 2 と第 2 繊維基材 1 6 2 との間における亀裂の進展、および、層間剥離を抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

[実施例]

実施例として、炭素繊維 (第 1 繊維基材 1 5 2) にエポキシ樹脂 A (第 1 樹脂 1 5 4) が含侵されたプリプレグ (第 1 基材 1 5 0) と、炭素繊維 (第 2 繊維基材 1 6 2) で構成されたプリフォーム (第 2 基材 1 6 0) とを用い、接触工程 S 1 1 0、第 1 含浸工程 S 1 2 0、第 2 含浸工程 S 1 3 0、硬化工程 S 1 4 0 を実行し、複合材 2 0 0 を製造した。なお、第 2 含浸工程 S 1 3 0 でプリフォームの炭素繊維に含侵させる第 2 樹脂 1 7 0 としてエポキシ樹脂 B を用いた。

【 0 0 5 1 】

一方、比較例として、炭素繊維 (第 1 繊維基材 1 5 2) にエポキシ樹脂 A (第 1 樹脂 1 5 4) が含侵されたプリプレグ (第 1 基材 1 5 0) と、炭素繊維にエポキシ樹脂 B が含侵されたプリプレグとを積層し、複合材を製造した。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

そして、実施例および比較例に対し、破壊靱性値（モード1） $[J/m^2]$ を測定した。図6は、実施例および比較例の破壊靱性値（モード1）を説明する図である。図6中、実施例を白で示し、比較例を黒で示す。図6に示すように、実施例の破壊靱性値（モード1）は、比較例よりも2倍以上大きいことが分かった。

【 0 0 5 3 】

以上の結果から、上記複合材200および複合材200の製造方法は、プリプレグを積層して形成した従来の複合材と比較して、繊維基材間の剥離強度を向上させることができることが確認された。

【 0 0 5 4 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 0 0 5 5 】

例えば、上記実施形態では、第1基材150がプリプレグである場合を例に挙げた。しかし、第1基材150は、第1繊維基材152の一方の面にのみ第1樹脂154が含浸された片面タックプリプレグであってもよい。同様に、上記実施形態では、第2基材160がプリフォームである場合を例に挙げた。しかし、第2基材160は、第2繊維基材162の一方の面にのみ樹脂が含浸された片面タックプリプレグであってもよい。この場合、接触工程S110は、第1基材150を構成する第1繊維基材152における第1樹脂154が含浸された第1の面と、第2基材160を構成する第2繊維基材162における樹脂が含浸されていない第2の面とを接触させる。

【 0 0 5 6 】

また、上記実施形態の接触工程S110において、第1基材150の上に第2基材160を載置する場合を例に挙げた。しかし、第1基材150を構成する第1繊維基材152における第1樹脂154が含浸された第1の面と、第2基材160を構成する第2繊維基材162における樹脂が含浸されていない第2の面とを接触させることができれば、第1基材150と第2基材160の位置関係に限定はない。例えば、接触工程S110において、第2基材160の上に第1基材150を載置してもよい。

【 0 0 5 7 】

また、上記実施形態の第1含浸工程S120において、第1基材150および第2基材160を真空下に配する場合を例に挙げた。しかし、第1含浸工程S120は、接触工程S110を実行した後、第1基材150および第2基材160を溶融温度に維持しさえすればよい。また、第1基材150および第2基材160を溶融温度に維持した後、加圧してもよい。

【 0 0 5 8 】

また、上記実施形態の硬化工程S140において、第1基材150および第2基材160を硬化温度まで加熱する場合を例に挙げた。しかし、第1樹脂154および第2樹脂170が熱可塑性樹脂である場合、硬化工程S140は、第1基材150および第2基材160を硬化温度まで冷却するとよい。

【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態において、第1繊維基材152と、第1繊維基材152の一方の面152aと接触する一方の面（下面160a）を有する第2繊維基材162と、第2繊維基材162の一部および第1繊維基材152に連続して充填された第1樹脂154と、第2繊維基材162に充填され、第1樹脂154と接触する第2樹脂170と、を備え、第1樹脂154と第2樹脂170との境界面（界面154a）は、第1繊維基材152の一方の面152aと第2繊維基材162の一方の面（下面160a）との接触面よりも第2繊維基材162の内側に形成される複合材200が製造される場合を例に挙げた。しかし、複合材200において、第1樹脂154は、第2繊維基材162の一部および第1繊維

10

20

30

40

50

基材 1 5 2 に充填されていればよい。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態において、V a R T M法により複合材 2 0 0 を製造する場合を例に挙げた。しかし、複合材 2 0 0 の製造方法に限定はない。例えば、R T M (Resin Transfer Molding) 法、R F I (Resin Film infusion) 法、ウェットレイアップ法等によって複合材 2 0 0 を製造してもよい。

【 0 0 6 1 】

また、上記実施形態において、第 1 繊維基材 1 5 2 および第 2 繊維基材 1 6 2 が樹脂で構成される場合を例に挙げた。しかし、第 1 繊維基材 1 5 2 および第 2 繊維基材 1 6 2 のいずれか一方または両方は、金属で構成されてもよい。

10

【 0 0 6 2 】

また、上記実施形態において、第 1 基材 1 5 0 が、第 1 繊維基材 1 5 2 に第 1 樹脂 1 5 4 が含浸されたものである場合を例に挙げた。しかし、第 1 基材 1 5 0 は、第 1 繊維基材 1 5 2 に、樹脂以外の流動体が含浸されたものであってもよい。流動体は、何らかの処理を施すことで固体 (または固形物) となるものである。流動体は、例えば、金属、コンクリートであってもよい。同様に、第 2 含浸工程 S 1 3 0 において、第 2 樹脂 1 7 0 に代えて、流動体を第 2 繊維基材 1 6 2 に含浸してもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 3 】

本発明は、複合材の製造方法、および、複合材に利用することができる。

20

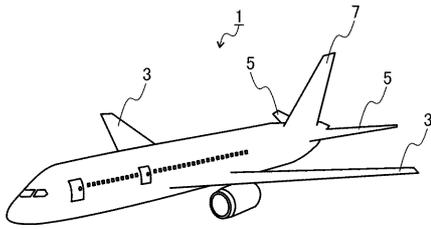
【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

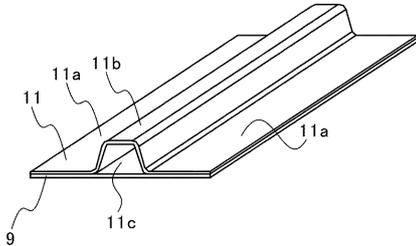
S 1 1 0 接触工程
 S 1 2 0 第 1 含浸工程
 1 5 0 第 1 基材
 1 5 0 a 上面 (第 1 の面)
 1 5 2 第 1 繊維基材
 1 5 2 a 面 (一方の面)
 1 5 4 第 1 樹脂 (樹脂)
 1 6 0 第 2 基材
 1 6 0 a 下面 (第 2 の面、一方の面)
 1 6 2 第 2 繊維基材
 1 7 0 第 2 樹脂
 2 0 0 複合材

30

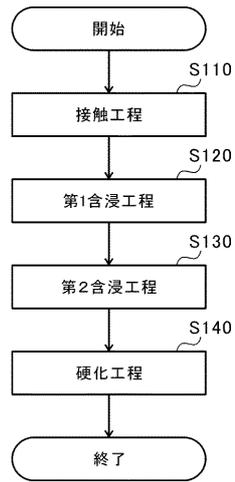
【 図 1 】



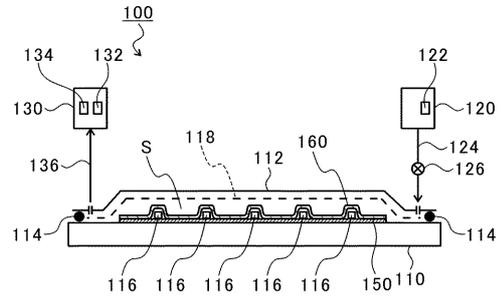
【 図 2 】



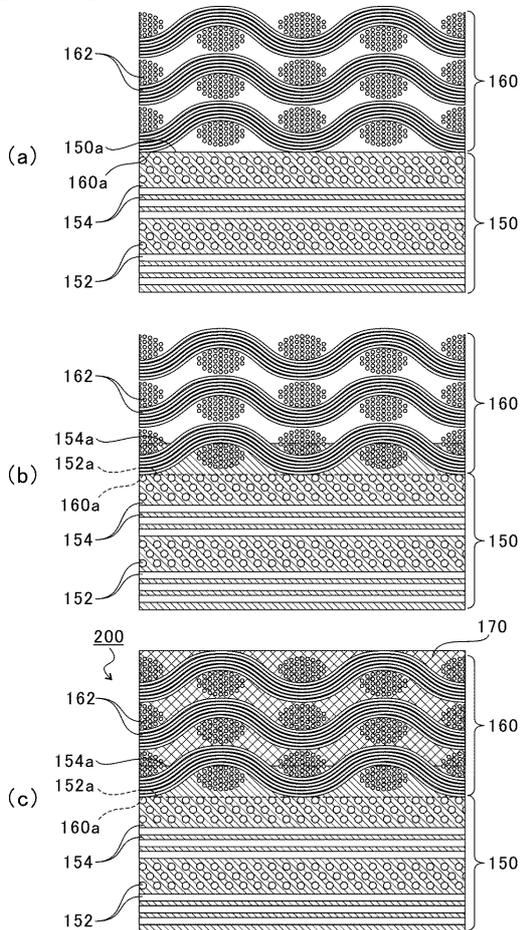
【 図 3 】



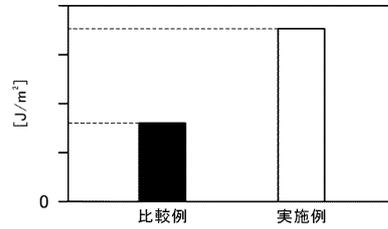
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F205 AA39 AB11 AB18 AC03 AD16 AG03 AG28 AH31 HA09 HA22
HA33 HA35 HA45 HB01 HC02 HC17 HF01 HF02 HG01 HK03
HK04 HK05 HK24 HK31 HM02 HT02 HT13 HT26