

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7093655号
(P7093655)

(45)発行日 令和4年6月30日(2022.6.30)

(24)登録日 令和4年6月22日(2022.6.22)

(51)国際特許分類

F I

B 3 2 B	27/04 (2006.01)	B 3 2 B	27/04	Z
B 3 2 B	7/025(2019.01)	B 3 2 B	7/025	
B 6 4 C	1/00 (2006.01)	B 6 4 C	1/00	B
B 6 4 D	45/02 (2006.01)	B 6 4 D	45/02	
F 1 6 B	11/00 (2006.01)	F 1 6 B	11/00	B

請求項の数 6 (全18頁)

(21)出願番号 特願2018-52723(P2018-52723)
 (22)出願日 平成30年3月20日(2018.3.20)
 (65)公開番号 特開2019-162823(P2019-162823
 A)
 (43)公開日 令和1年9月26日(2019.9.26)
 審査請求日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(73)特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 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 荒木 俊哉
 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 滝沢 智生
 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 山口 弘晃
 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 村木 俊宣

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合材料構造体及び複合材料構造体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性を有する第1強化繊維と前記第1強化繊維に含浸された第1樹脂とを有する第1複合材料と、
 前記第1複合材料と一体化され、導電性を有する第2強化繊維と前記第2強化繊維に含浸された第2樹脂とを有する第2複合材料と、
 電気抵抗が前記第1樹脂及び前記第2樹脂よりも低く前記第1強化繊維及び前記第2強化繊維以上の低導電性を有し、前記第1強化繊維と前記第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料と、
 電気絶縁性を有し、互いに対向している前記第1複合材料の面と前記第2複合材料の面との互いに対向している全面で接着することで一体化する絶縁性接着剤層と、
 を含むことを特徴とする複合材料構造体。

【請求項2】

前記低導電性材料は、一端が前記第1樹脂に埋設されることにより前記第1強化繊維と電氣的に接続し、他端が前記第2樹脂に埋設されることにより前記第2強化繊維と電氣的に接続していることを特徴とする請求項1に記載の複合材料構造体。

【請求項3】

前記第1樹脂及び前記第2樹脂は、ともに熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項2に記載の複合材料構造体。

【請求項4】

前記低導電性材料は、一端が前記第 1 強化繊維のうち前記第 1 複合材料の表面に露出した第 1 露出部分と電氣的に接続し、他端が前記第 2 強化繊維のうち前記第 2 複合材料の表面に露出した第 2 露出部分と電氣的に接続していることを特徴とする請求項 1 に記載の複合材料構造体。

【請求項 5】

前記低導電性材料は、前記第 1 複合材料と前記第 2 複合材料とを貫通して配置されることで前記第 1 複合材料と前記第 2 複合材料とを一体化するファスナを覆う低導電性スリーブを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の複合材料構造体。

【請求項 6】

導電性を有する第 1 強化繊維と前記第 1 強化繊維に含浸された第 1 樹脂とを有する第 1 複合材料を準備する第 1 複合材料準備ステップと、

10

導電性を有する第 2 強化繊維と前記第 2 強化繊維に含浸された第 2 樹脂とを有する第 2 複合材料を準備する第 2 複合材料準備ステップと、

電気抵抗が前記第 1 樹脂及び前記第 2 樹脂よりも低く前記第 1 強化繊維及び前記第 2 強化繊維以上の低導電性を有し、前記第 1 強化繊維と前記第 2 強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料を設置する低導電性材料設置ステップと、

を含み、

電気絶縁性を有する絶縁性接着剤層で、互いに対向している前記第 1 複合材料の面と前記第 2 複合材料の面との互いに対向している全面で接着することで一体化することを特徴とする複合材料構造体の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合材料構造体及び複合材料構造体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

航空機、自動車、車両、船舶等の構造物を構成する構造体に、強化繊維に樹脂を含浸させた複合材料が用いられる。この構造体は、複合材料同士が接合されて一体化したものがあ
る。複合材料同士の接合は、接着材等による接着、ボルト及びナット等による締結等の形態が例示される。

30

【0003】

また、金属材料が絶縁材料を介して一体化した構造体には、一体化された金属材料間に電氣的導通を設けることで、耐雷対策が施された構造が提案されている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許第 8 8 5 4 7 8 7 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

複合材料同士が接合されて一体化した構造体、すなわち複合材料構造体は、強化繊維が導電性を有する場合でも、導電性を有さない樹脂に覆われる場合があるため、特許文献 1 の方法により耐雷対策を施すことができないという問題があった。

40

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、強化繊維が樹脂に含浸された複合材料が接合された複合材料構造体において、適切な耐雷対策が施された複合材料構造体及び複合材料構造体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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、複合材料構造体は、導電性を有する第 1

50

強化繊維と前記第1強化繊維に含浸された第1樹脂とを有する第1複合材料と、前記第1複合材料と一体化され、導電性を有する第2強化繊維と前記第2強化繊維に含浸された第2樹脂とを有する第2複合材料と、電気抵抗が前記第1樹脂及び前記第2樹脂よりも低く前記第1強化繊維及び前記第2強化繊維以上の低導電性を有し、前記第1強化繊維と前記第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料と、を含むことを特徴とする。

【0008】

この構成によれば、第1樹脂が含浸した第1強化繊維と第2樹脂が含浸した第2強化繊維との間を、電気抵抗が第1樹脂及び第2樹脂よりも低く第1強化繊維及び第2強化繊維以上の低導電性材料で導通を取っているため、雷による電気を第1複合材料及び第2複合材料に損傷を残さない適切な範囲で流すことができるので、適切な耐雷対策が施されたもの

10

【0009】

この構成において、電気絶縁性を有し、前記第1複合材料と前記第2複合材料とを接着することで一体化する絶縁性接着剤層と、をさらに含んでいてもよい。この構成によれば、低コスト化、かつ、構造物全体の軽量化がなされた場合でも、同様に適切な耐雷対策が施されたもの

【0010】

これらの構成において、前記低導電性材料は、一端が前記第1樹脂に埋設されることにより前記第1強化繊維と電氣的に接続し、他端が前記第2樹脂に埋設されることにより前記第2強化繊維と電氣的に接続していることが好ましい。この構成によれば、埋設した一端及び他端で、低導電性材料が第1強化繊維及び第2強化繊維と導通を取ることができるので、雷による電気が流れる経路を適切に設定することができる。

20

【0011】

低導電性材料の一端が前記第1樹脂に埋設されて第1強化繊維と電氣的に接続し、他端が第2樹脂に埋設されて第2強化繊維と電氣的に接続している形態において、前記第1樹脂及び前記第2樹脂は、ともに熱可塑性樹脂であってもよい。この構成によれば、第1樹脂及び第2樹脂を加熱及び冷却することにより、雷による電気が流れる経路を適宜調整並びに変更することができる。

【0012】

あるいは、低導電性材料の別の形態として、前記低導電性材料は、一端が前記第1強化繊維のうち前記第1複合材料の表面に露出した第1露出部分と電氣的に接続し、他端が前記第2強化繊維のうち前記第2複合材料の表面に露出した第2露出部分と電氣的に接続していることが好ましい。この構成によれば、第1露出部分及び第2露出部分において、低導電性材料が第1強化繊維及び第2強化繊維と導通を取ることができるので、雷による電気が流れる経路を適切に設定することができる。

30

【0013】

また、低導電性材料のさらに別の形態として、前記低導電性材料は、前記第1複合材料と前記第2複合材料とを貫通して配置されることで前記第1複合材料と前記第2複合材料とを一体化するファスナを覆う低導電性スリーブを含むことが好ましい。この構成によれば、第1複合材料と第2複合材料とをファスナで一体化させる必要がある場合でも、同様に適切な耐雷対策が施されたもの

40

【0014】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、複合材料構造体の製造方法は、導電性を有する第1強化繊維と前記第1強化繊維に含浸された第1樹脂とを有する第1複合材料を準備する第1複合材料準備ステップと、導電性を有する第2強化繊維と前記第2強化繊維に含浸された第2樹脂とを有する第2複合材料を準備する第2複合材料準備ステップと、電気抵抗が前記第1樹脂及び前記第2樹脂よりも低く前記第1強化繊維及び前記第2強化繊維以上の低導電性を有し、前記第1強化繊維と前記第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料を設置する低導電性材料設置ステップと、を含むことを特徴とする。

【0015】

50

この構成によれば、低導電性材料設置ステップにより、第1樹脂が含浸した第1強化繊維と第2樹脂が含浸した第2強化繊維との間を、電気抵抗が第1樹脂及び第2樹脂よりも低く第1強化繊維及び第2強化繊維以上の低導電性材料で導通を取るため、雷による電気を第1複合材料及び第2複合材料に損傷を残さない適切な範囲で流すことを可能にし、適切な耐雷対策を施した複合材料構造体を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る複合材料構造体を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1のA-A断面図である。

【図3】図3は、第1の実施形態に係る複合材料構造体の製造方法を示すフローチャートである。

10

【図4】図4は、第2の実施形態に係る複合材料構造体を示す斜視図である。

【図5】図5は、図4のB-B断面図である。

【図6】図6は、第3の実施形態に係る複合材料構造体を示す斜視図である。

【図7】図7は、図6のC-C断面図である。

【図8】図8は、第4の実施形態に係る複合材料構造体を示す斜視図である。

【図9】図9は、図8のD-D断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

20

【0018】

[第1の実施形態]

図1は、第1の実施形態に係る複合材料構造体10を示す斜視図である。図2は、図1のA-A断面図である。複合材料構造体10は、図1及び図2に示すように、第1複合材料11と、第2複合材料12と、低導電性材料13と、を含む。複合材料構造体10は、第1の実施形態では航空機の胴体に用いられるものが例示されるが、本発明ではこれに限定されず、自動車、車両、船舶等のその他の構造物に用いられるものであってもよい。

30

【0019】

第1複合材料11は、導電性を有する第1強化繊維と、第1強化繊維に含浸した第1樹脂とを有する。第1樹脂は、第1強化繊維を覆う場合がある。第1複合材料11は、第1の実施形態では、航空機の胴体におけるストリング、フレームまたはロンジロン等に用いられるT字状の柱体が例示される。第1複合材料11は、具体的には、第2複合材料12の一方の平面と対向して設けられる板状のフランジ部と、このフランジ部に直交する方向に沿って延びる板状のウェブ部と、が一体化された形状が例示される。第1複合材料11は、図2に示すように、ウェブ部に、ウェブ部を直交する方向に沿って貫通する貫通孔11aが設けられている。なお、第1複合材料11の形状は、本発明はこれに限定されず、第2複合材料12に対して接続され、一体化される面を有する形状であれば、いかなる形状であってよい。

40

【0020】

第2複合材料12は、導電性を有する第2強化繊維と、第2強化繊維に含浸した第2樹脂とを有する。第2樹脂は、第2強化繊維を覆う場合がある。第2複合材料12は、第1の実施形態では、航空機の胴体におけるスキンに用いられる板状が例示される。第2複合材料12は、第1複合材料11のフランジ部と対向している側の面において、第1複合材料11が設けられる領域と隣接した所定の領域に、後述する低導電性材料13が埋設される埋設部12aが設けられている。第2複合材料12の形状は、本発明はこれに限定されず、第1複合材料11に対して接続され、一体化される面を有するいかなる形状であってよい。

50

【 0 0 2 1 】

第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維は、いずれも、5 μ m 以上 7 μ m 以下の基本繊維を数 1 0 0 本から数 1 0 0 0 本程度束ねたものが例示される。第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維を構成する基本繊維は、導電性を有するカーボン繊維、及び金属繊維が好適なものとして例示される。なお、第 1 複合材料 1 1 及び第 2 複合材料 1 2 は、導電性を有する第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維に加えて、ガラス繊維、アラミド繊維及びプラスチック繊維が混合されていてよい。

【 0 0 2 2 】

第 1 樹脂及び第 2 樹脂は、いずれも、主要成分が熱硬化性樹脂であるものが例示され、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂及びビニルエステル樹脂が例示される。なお、第 1 樹脂及び第 2 樹脂は、熱硬化性樹脂に加えて、熱可塑性樹脂が混合されていてよい。ここで、混合される熱可塑性樹脂は、ポリアミド樹脂、ポリプロピレン樹脂、ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) 樹脂、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリエーテルケトンケトン (PEKK)、及びポリフェニレンサルファイド (PPS) 等が例示される。また、第 1 樹脂及び第 2 樹脂は、これに限定されず、その他の樹脂でもよい。

【 0 0 2 3 】

強化繊維に含浸される樹脂が熱硬化性樹脂の場合、熱硬化性樹脂は、軟化状態と、硬化状態と、半硬化状態と、になることができる。軟化状態は、熱硬化性樹脂を熱硬化させる前の状態である。軟化状態は、自己支持性を有さない状態であり、支持体に支持されていない場合に形状を保持できない状態である。軟化状態は、加熱されて、熱硬化性樹脂が熱硬化反応をすることができる状態である。硬化状態は、熱硬化性樹脂を熱硬化させた後の状態である。硬化状態は、自己支持性を有する状態であり、支持体に支持されていない場合でも形状を保持できる状態である。硬化状態は、加熱されても、熱硬化樹脂が熱硬化反応をすることができない状態である。半硬化状態は、軟化状態と硬化状態との間の状態である。半硬化状態は、硬化状態よりも弱い程度の熱硬化を熱硬化性樹脂にさせた状態である。半硬化状態は、自己支持性を有する状態であり、支持体に支持されていない場合でも形状を保持できる状態である。半硬化状態は、加熱されて、熱硬化性樹脂が熱硬化反応をすることができる状態である。以下において、強化繊維に未硬化の熱硬化性樹脂を含浸させた複合材の中間基材を、適宜、プリプレグと称する。

【 0 0 2 4 】

低導電性材料 1 3 は、電気抵抗が、第 1 樹脂及び第 2 樹脂よりも低く、第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維以上の低導電性を有する。低導電性材料 1 3 を構成する低導電性の材料は、第 1 の実施形態では、樹脂を含み電気絶縁性を有する絶縁材料に、導電性を有する炭素粉末を混合して形成され、所定の形状に成形された材料が例示される。低導電性材料 1 3 を構成する低導電性の材料は、本発明はこれに限定されることなく、低導電性材料 1 3 と第 1 強化繊維とが電氣的に接続している点と、低導電性材料 1 3 と第 2 強化繊維とが電氣的に接続している点と、の間の電気抵抗値が 10^3 以上 10^8 以下となる材料であれば、いかなる材料が用いられてもよい。

【 0 0 2 5 】

低導電性材料 1 3 は、図 1 及び図 2 に示すように、領域 1 3 a と、領域 1 3 b と、領域 1 3 c と、を有する。領域 1 3 a は、第 1 強化繊維と第 2 強化繊維とのいずれとも接触していない部分である。領域 1 3 a は、領域 1 3 b と領域 1 3 c との間にある領域であり、その一部において、第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とが対向している方向に延びて第 1 複合材料 1 1 の側面に接触して配置されている。領域 1 3 b は、低導電性材料 1 3 の一端の領域であり、領域 1 3 a の一方側に隣接している部分である。領域 1 3 b は、貫通孔 1 1 a において第 1 樹脂に埋設されていることにより、第 1 強化繊維と接触し、第 1 強化繊維と電氣的に接続している部分である。領域 1 3 c は、低導電性材料 1 3 の他端の領域であり、領域 1 3 a の他方側に隣接している部分である。領域 1 3 c は、埋設部 1 2 a において第 2 樹脂に埋設されていることにより、第 2 強化繊維と接触し、第 2 強化繊維と電氣的に接続している部分である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

複合材料構造体 1 0 は、このような構造の低導電性材料 1 3 を有するので、低導電性材料 1 3 が第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維と導通を取ることができるため、雷による電気が流れる経路を適切に設定することができる。

【 0 0 2 7 】

また、複合材料構造体 1 0 は、このような構造の低導電性材料 1 3 の電気抵抗が第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維以上であるので、好ましくは電気抵抗値が 10^3 以上であるので、低導電性材料 1 3 によって、過大な電流が流れてしまって過大なジュール熱が発生してしまったり、内部構造に電気が流入する起点となってしまうことを抑制することができる。また、複合材料構造体 1 0 は、このような構造の低導電性材料 1 3 の電気抵抗が第 1 樹脂及び第 2 樹脂よりも低いので、好ましくは電気抵抗値が 10^8 以下であるので、雷による電気に限らず、静電気によって第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 との間に発生する電位差についても、適切に低減することができる。

10

【 0 0 2 8 】

複合材料構造体 1 0 は、以上のような構成を有するので、第 1 樹脂が含浸した第 1 強化繊維と第 2 樹脂が含浸した第 2 強化繊維との間を、電気抵抗が第 1 樹脂及び第 2 樹脂よりも低く第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維以上の低導電性材料 1 3 で導通を取っているため、雷による電気を第 1 複合材料 1 1 及び第 2 複合材料 1 2 に損傷を残さない適切な範囲で流すことができるので、適切な耐雷対策が施されたものとするすることができる。

【 0 0 2 9 】

また、複合材料構造体 1 0 は、埋設した一端及び他端で、低導電性材料 1 3 が第 1 強化繊維及び第 2 強化繊維と導通を取ることができるので、雷による電気が流れる経路を適切に設定することができる。

20

【 0 0 3 0 】

複合材料構造体 1 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、絶縁性接着剤層 1 5 をさらに含んでもよい。絶縁性接着剤層 1 5 は、電気絶縁性を有する接着剤によって形成された層であり、互いに対向している第 1 複合材料 1 1 のフランジ部の平面と第 2 複合材料 1 2 の一方の平面とを接着することで、第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とを一体化している。複合材料構造体 1 0 は、絶縁性接着剤層 1 5 をさらに含んでいる場合でも、上記した構造の低導電性材料 1 3 を有するので、絶縁性接着剤層 1 5 において絶縁破壊が起こることを抑制し、絶縁破壊に伴って大量の熱が発生したり破断したりすることを抑制することができる。複合材料構造体 1 0 は、このように、絶縁性接着剤層 1 5 によって第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とを接着することで、低コスト化、かつ、構造物全体の軽量化がなされた場合でも、同様に適切な耐雷対策が施されたものとするすることができる。

30

【 0 0 3 1 】

なお、複合材料構造体 1 0 は、第 1 の実施形態では、絶縁性接着剤層 1 5 によって第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とを一体化しているが、本発明はこれに限定されず、第 1 複合材料 1 1 に含まれる第 1 樹脂または第 2 複合材料 1 2 に含まれる第 2 樹脂の硬化等の反応によって第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とを接着して一体化してもよい。この場合にも、低導電性材料 1 3 が、第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 との接着部分の絶縁破壊を抑制することができる。

40

【 0 0 3 2 】

複合材料構造体 1 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とをさらに含んでもよい。なお、第 1 の実施形態では、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とを含むものとしたが、本発明はこれに限定されず、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とを含まない形態であっても構わない。また、ボルト 1 6 a の代わりにファスナを用いてもよいし、ナット 1 6 b の代わりにカラーを用いてもよい。ボルト 1 6 a は、第 1 複合材料 1 1 の貫通孔 1 1 a を貫通して設けられている。ボルト 1 6 a は、導電性を有していてもよく、第 1 複合材料 1 1 と対向する全ての方向の面が低導電性材料 1 3 によって覆われている。すなわち、低導電性材料 1 3 は、領域 1 3 b において、実質的にボルト 1 6 a を覆うスリーブ

50

を形成するように設けられている。そして、スリーブ状に形成された低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b の部分は、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とにより締め付けられて貫通孔 1 1 a の内側に固定されている。複合材料構造体 1 0 は、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とをさらに含んでいる場合でも、このような構造の低導電性材料 1 3 を有するので、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とに過大な電流が流れてしまって過大なジュール熱が発生してしまったり、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とが内部構造に電気が流入する起点となってしまったりすることを抑制することができる。複合材料構造体 1 0 は、このように、強度や製造方法等に起因する都合上、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とを設ける必要がある場合でも、同様に適切な耐雷対策が施されたものとして行うことができる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 の製造方法を示すフローチャートである。第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 の製造方法は、図 3 に示すように、第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 と、第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 と、低導電性材料設置ステップ S 1 3 と、を含む。

【 0 0 3 4 】

第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 は、第 1 複合材料 1 1 を準備するステップである。第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 では、第 1 強化繊維に第 1 樹脂を含浸させて成形し、さらに貫通孔 1 1 a を形成することで、第 1 樹脂が半硬化状態の第 1 複合材料 1 1 を得る。あるいは、第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 では、第 1 強化繊維に第 1 樹脂を含浸させ、第 1 樹脂を含浸して成形したシートを積層し、さらに貫通孔 1 1 a を形成することで、第 1 樹脂が半硬化状態の第 1 複合材料 1 1 を得てもよい。

【 0 0 3 5 】

第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 は、第 2 複合材料 1 2 を準備するステップである。第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 では、第 2 強化繊維に第 2 樹脂を含浸させて成形することで、第 2 樹脂が半硬化状態の第 2 複合材料 1 2 を得る。あるいは、第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 では、第 2 強化繊維に第 2 樹脂を含浸させ、第 2 樹脂を含浸して成形したシートを積層することで、第 2 樹脂が半硬化状態の第 2 複合材料 1 2 を得てもよい。

【 0 0 3 6 】

低導電性材料設置ステップ S 1 3 は、低導電性材料 1 3 を設置することで、第 1 強化繊維と第 2 強化繊維とを電氣的に接続するステップである。第 1 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 では、まず、低導電性材料 1 3 を所定の形状に成形し、低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b の部分を、第 1 複合材料 1 1 の貫通孔 1 1 a に挿入して嵌め合わされ、かつ、ボルト 1 6 a が挿入されて嵌め合わされる形状であるスリーブ状に形成する。第 1 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 では、次に、第 2 複合材料 1 2 の埋設部 1 2 a に低導電性材料 1 3 の領域 1 3 c を埋設してコキュア (C o - C u r e) することで、領域 1 3 c において低導電性材料 1 3 と第 2 強化繊維とを電氣的に接続する。

【 0 0 3 7 】

ここで、第 1 の実施形態では、低導電性材料設置ステップ S 1 3 において第 2 複合材料 1 2 の埋設部 1 2 a に低導電性材料 1 3 の領域 1 3 c を埋設した後に、第 1 複合材料 1 1 と第 2 複合材料 1 2 とが互いに対向する面に電気絶縁性を有する接着剤を塗布して固化させることで、絶縁性接着剤層 1 5 を形成することが好ましい。

【 0 0 3 8 】

第 1 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 では、その後に、スリーブ状に形成した低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b の部分を第 1 複合材料 1 1 の貫通孔 1 1 a に挿入することにより、第 1 複合材料 1 1 の貫通孔 1 1 a に低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b を埋設することで、領域 1 3 b において低導電性材料 1 3 と第 1 強化繊維とを電氣的に接続する。そして、スリーブ状に形成した低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b の部分にボルト 1 6 a を挿入して、ボルト 1 6 a を挿入した側とは反対側からナット 1 6 b で締め付けることで、スリーブ状に形成した低導電性材料 1 3 の領域 1 3 b の部分をボルト 1 6 a とナット 1 6 b とにより締め付けて貫通孔 1 1 a の内側に固定する。このようにして、第 1 の実施形態

10

20

30

40

50

に係る低導電性材料設置ステップS 1 3では、第1強化繊維と第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料1 3が設置される。

【0039】

なお、第1複合材料1 1と第2複合材料1 2との機械的な一体化処理と、第1複合材料1 1または第2複合材料1 2と低導電性材料1 3との電氣的な接続処理とは、必ずしも上記した順序で実施する必要はなく、適宜実施する順序を入れ替えてもよい。

【0040】

複合材料構造体1 0の製造方法は、以上のような構成を有するので、低導電性材料設置ステップS 1 3により、第1樹脂が含浸した第1強化繊維と第2樹脂が含浸した第2強化繊維との間を、電気抵抗が第1樹脂及び第2樹脂よりも低く第1強化繊維及び第2強化繊維以上の低導電性材料1 3で導通を取るため、雷による電気を第1複合材料1 1及び第2複合材料1 2に損傷を残さない適切な範囲で流すことを可能にし、適切な耐雷対策を施した複合材料構造体1 0を得ることができる。

10

【0041】

[第2の実施形態]

図4は、第2の実施形態に係る複合材料構造体2 0を示す斜視図である。図5は、図4のB - B断面図である。第2の実施形態に係る複合材料構造体2 0は、第1の実施形態に係る複合材料構造体1 0において、低導電性材料1 3の設置形態を変更したものである。複合材料構造体2 0は、その他の構成については、複合材料構造体1 0と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

20

【0042】

なお、第2の実施形態に係る複合材料構造体2 0の説明では、説明の便宜上、明細書中及び図面中で、各構成要素について第1の実施形態に係る複合材料構造体1 0の説明と異なる符号を用いている。具体的には、複合材料構造体1 0における第1複合材料1 1、第2複合材料1 2、低導電性材料1 3及び絶縁性接着剤層1 5とそれぞれ対応する構成について、複合材料構造体2 0において、第1複合材料2 1、第2複合材料2 2、低導電性材料2 3及び絶縁性接着剤層2 5としている。

【0043】

複合材料構造体2 0は、図4及び図5に示すように、第1複合材料2 1と、第2複合材料2 2と、低導電性材料2 3と、を含む。第1複合材料2 1は、第1複合材料1 1において、貫通孔1 1 aに代えて第1露出部分2 1 aが設けられている。第1露出部分2 1 aは、第1複合材料2 1に含まれる第1強化繊維が第1複合材料2 1の表面に露出している部分、すなわち、第1複合材料2 1の表面の側から第1強化繊維を覆っていた第1樹脂が除去されている部分である。第1露出部分2 1 aは、図5に示すように、第2複合材料2 2と対向している側とは反対側の面において、第1複合材料2 1の第2複合材料2 2が設けられる領域と隣接した所定の領域、すなわち、第1複合材料2 1と第2複合材料2 2とが対向している方向の第1複合材料2 1側から見て後述する第2露出部分2 2 aと隣接する領域に、設けられている。第1露出部分2 1 aは、第1複合材料2 1のこの領域にサンディング等のブラスト処理が施されることにより、形成されている。第1複合材料2 1は、その他の構成については、第1複合材料1 1と同様である。

30

40

【0044】

第2複合材料2 2は、第2複合材料1 2において、埋設部1 2 aに代えて第2露出部分2 2 aが設けられている。第2露出部分2 2 aは、第2複合材料2 2に含まれる第2強化繊維が第2複合材料2 2の表面に露出している部分、すなわち、第2複合材料2 2の表面の側から第2強化繊維を覆っていた第2樹脂が除去されている部分である。第2露出部分2 2 aは、図5に示すように、第1複合材料2 1のフランジ部と対向している側の面において、第2複合材料2 2の第1複合材料2 1が設けられる領域と隣接した所定の領域、すなわち、第1複合材料2 1と第2複合材料2 2とが対向している方向の第1複合材料2 1側から見て第1露出部分2 1 aと隣接する領域に、設けられている。第2露出部分2 2 aは、第1露出部分2 1 aと同様に、第2複合材料2 2のこの領域にサンディング等のプラス

50

ト処理が施されることにより、形成されている。第2複合材料22は、その他の構成については、第2複合材料12と同様である。

【0045】

低導電性材料23は、低導電性材料13と同様の物性を有し、同様の材料が用いられているが、低導電性材料13と異なる構造に設置されている。低導電性材料23は、図4及び図5に示すように、低導電性材料13と同様に、領域23aと、領域23bと、領域23cと、を有する。領域23aは、第1強化繊維と第2強化繊維とのいずれとも接触していない部分である。領域23aは、領域23bと領域23cとの間にある領域であり、第1複合材料21と第2複合材料22とが対向している方向に延びて第1複合材料21の側面に接触して配置されている。領域23bは、低導電性材料23の一端の領域であり、領域23aの一方側に隣接している部分である。領域23bは、第1露出部分21aに接触して設けられることにより、第1強化繊維と接触し、第1強化繊維と電氣的に接続している部分である。領域23cは、低導電性材料23の他端の領域であり、領域23aの他方側に隣接している部分である。領域23cは、第2露出部分22aに接触して設けられることにより、第2強化繊維と接触し、第2強化繊維と電氣的に接続している部分である。

10

【0046】

複合材料構造体20は、第1の実施形態に係る複合材料構造体10において低導電性材料13の設置形態を変更したことに伴い、ボルト16aとナット16bとが設けられていない形態となっている。

【0047】

複合材料構造体20は、このような構造の低導電性材料23を有するので、上記した低導電性材料13を有する複合材料構造体10と同様の作用効果を奏するものとなる。

20

【0048】

第2の実施形態に係る複合材料構造体20の製造方法は、第1の実施形態に係る複合材料構造体10の製造方法において、第1複合材料準備ステップS11、第2複合材料準備ステップS12及び低導電性材料設置ステップS13をそれぞれ変更したものである。

【0049】

第2の実施形態に係る第1複合材料準備ステップS11は、第1の実施形態に係る第1複合材料準備ステップS11において、貫通孔11aを形成する代わりに、第1露出部分21aを形成するものである。第2の実施形態に係る第1複合材料準備ステップS11では、具体的には、第1強化繊維に第1樹脂を含浸させて成形したのち、所定の領域にサンディング等のブラスト処理を施すことにより、第1複合材料21を得る。

30

【0050】

第2の実施形態に係る第2複合材料準備ステップS12は、第1の実施形態に係る第2複合材料準備ステップS12において、埋設部12aを形成する代わりに、第2露出部分22aを形成するものである。第2の実施形態に係る第2複合材料準備ステップS12では、具体的には、第2強化繊維に第2樹脂を含浸させて成形したのち、所定の領域にサンディング等のブラスト処理を施すことにより、第2複合材料22を得る。

【0051】

ここで、第2の実施形態では、低導電性材料設置ステップS13の前に、第1複合材料11と第2複合材料12とが互いに対向する面に電気絶縁性を有する接着剤を塗布して固化させることで、絶縁性接着剤層25を形成することが好ましい。

40

【0052】

第2の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13は、第1の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13において、低導電性材料13を設置する代わりに低導電性材料23を設置するものである。第2の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、まず、第1の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13と同様に、低導電性材料23を所定の形状に成形する。第2の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、次に、第1複合材料21に形成された第1露出部分21aに低導電性材料23の領域23bを接触して配置し、第2複合材料22に形成された第2露出部分22aに低導電性

50

材料 2 3 の領域 2 3 c を接触して配置する。このようにして、第 2 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 では、第 1 強化繊維と第 2 強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料 2 3 が設置される。

【 0 0 5 3 】

複合材料構造体 2 0 の製造方法は、以上のような構成を有するので、上記した複合材料構造体 1 0 の製造方法と同様の作用効果を奏するものとなる。

【 0 0 5 4 】

[第 3 の実施形態]

図 6 は、第 3 の実施形態に係る複合材料構造体 3 0 を示す斜視図である。図 7 は、図 6 の C - C 断面図である。第 3 の実施形態に係る複合材料構造体 3 0 は、第 2 の実施形態に係る複合材料構造体 2 0 と同様に、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 において、低導電性材料 1 3 の設置形態を変更したものである。複合材料構造体 3 0 は、その他の構成については、複合材料構造体 1 0 と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 5 5 】

なお、第 3 の実施形態に係る複合材料構造体 3 0 の説明では、説明の便宜上、明細書中及び図面中で、各構成要素について第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 の説明と異なる符号を用いている。具体的には、複合材料構造体 1 0 における第 1 複合材料 1 1、第 2 複合材料 1 2、低導電性材料 1 3 及び絶縁性接着剤層 1 5 とそれぞれ対応する構成について、複合材料構造体 3 0 において、第 1 複合材料 3 1、第 2 複合材料 3 2、低導電性材料 3 3 及び絶縁性接着剤層 3 5 としている。

20

【 0 0 5 6 】

第 3 の実施形態に係る複合材料構造体 3 0 は、特に、第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とを、強度や製造方法等に起因する都合上、後述するファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とで一体化させる必要がある場合でも、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 と同様の適切な耐雷対策を施すことを可能にする形態である。

【 0 0 5 7 】

複合材料構造体 3 0 は、図 6 及び図 7 に示すように、第 1 複合材料 3 1 と、第 2 複合材料 3 2 と、低導電性材料 3 3 と、を含む。複合材料構造体 3 0 は、図 6 及び図 7 に示すように、第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とを一体化するファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とをさらに含んでもよい。なお、第 3 の実施形態では、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とを含むものとしたが、本発明はこれに限定されず、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とを含まない形態であっても構わない。また、ファスナ 3 6 a の代わりにボルトを用いてもよいし、カラー 3 6 b の代わりにナットを用いてもよい。

30

【 0 0 5 8 】

第 1 複合材料 3 1 は、第 1 複合材料 1 1 において、貫通孔 1 1 a に代えて貫通孔 3 1 a が設けられている。貫通孔 3 1 a は、貫通孔 1 1 a と異なり、ウェブ部ではなく、第 2 複合材料 3 2 の一方の平面と対向して設けられる板状のフランジ部に設けられている。第 1 複合材料 3 1 は、その他の構成については、第 1 複合材料 1 1 と同様である。

【 0 0 5 9 】

第 2 複合材料 3 2 は、第 2 複合材料 1 2 において、埋設部 1 2 a に代えて貫通孔 3 2 a が設けられている。貫通孔 3 2 a は、第 1 複合材料 3 1 が第 2 複合材料 3 2 に接合される位置に配置された際に、上記した貫通孔 3 1 a と連通する位置に設けられている。第 2 複合材料 3 2 は、その他の構成については、第 2 複合材料 1 2 と同様である。

40

【 0 0 6 0 】

低導電性材料 3 3 は、低導電性材料 1 3 と同様の物性を有し、同様の材料が用いられているが、低導電性材料 1 3 と異なる構造に設置されている。低導電性材料 3 3 は、図 6 及び図 7 に示すように、領域 3 3 a と、領域 3 3 b と、領域 3 3 c と、を有する。領域 3 3 a は、第 1 強化繊維と第 2 強化繊維とのいずれとも接触していない部分である。領域 3 3 a は、領域 3 3 b と領域 3 3 c との間にある領域であり、第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とが対向している方向に延びて配置されている。なお、領域 3 3 a は、省略されてい

50

てもよい。領域 3 3 b は、低導電性材料 3 3 の一端の領域であり、領域 3 3 a の一方側に隣接している部分である。領域 3 3 b は、貫通孔 3 1 a において第 1 樹脂に埋設されていることにより、第 1 強化繊維と接触し、第 1 強化繊維と電氣的に接続している部分である。領域 3 3 c は、低導電性材料 3 3 の他端の領域であり、領域 3 3 a の他方側に隣接している部分である。領域 3 3 c は、貫通孔 3 2 a において第 2 樹脂に埋設されていることにより、第 2 強化繊維と接触し、第 2 強化繊維と電氣的に接続している部分である。

【 0 0 6 1 】

ファスナ 3 6 a は、第 1 複合材料 3 1 の貫通孔 3 1 a と、第 2 複合材料 3 2 の貫通孔 3 2 a とを貫通して設けられている。ファスナ 3 6 a は、導電性を有していてもよく、第 1 複合材料 3 1 と対向する全ての方向の面、及び、第 2 複合材料 3 2 と対向する全ての方向の面が、低導電性材料 3 3 によって覆われている。すなわち、低導電性材料 3 3 は、実質的にファスナ 3 6 a を覆うスリーブを形成するように設けられている。そして、スリーブ状に形成された低導電性材料 3 3 は、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とにより締め付けられて貫通孔 3 1 a 及び貫通孔 3 2 a の内側に固定されている。複合材料構造体 3 0 は、強度や製造方法等に起因する都合上、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とで第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とを一体化する必要がある場合でも、このような構造の低導電性材料 3 3 を有するので、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とに過大な電流が流れてしまって過大なジュール熱が発生してしまったり、ファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とが内部構造に電気が流入する起点となってしまったりすることを抑制することができ、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 のボルト 1 6 a とナット 1 6 b とが設けられた箇所と同様に、適切な耐雷対策が施されたものとする事ができる。

10

20

【 0 0 6 2 】

複合材料構造体 3 0 は、このような構造の低導電性材料 3 3 を有するので、上記した低導電性材料 1 3 を有する複合材料構造体 1 0 と同様の作用効果を奏するものとなる。

【 0 0 6 3 】

なお、複合材料構造体 3 0 は、図 6 及び図 7 に示すように、絶縁性接着剤層 1 5 と同様の絶縁性接着剤層 3 5 をさらに含んでいてもよいが、積極的に絶縁性接着剤層 3 5 を含んでいない形態としてもよい。複合材料構造体 3 0 は、絶縁性接着剤層 3 5 によって第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とを接着することで、低コスト化、かつ、構造物全体の軽量化がなされた場合でも、設計の都合上、絶縁性接着剤層 3 5 を設けずにファスナ 3 6 a とカラー 3 6 b とのみで第 1 複合材料 3 1 と第 2 複合材料 3 2 とを一体化する必要がある場合でも、複合材料構造体 1 0 と同様の作用効果を奏するものとなる。

30

【 0 0 6 4 】

第 3 の実施形態に係る複合材料構造体 3 0 の製造方法は、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 の製造方法において、第 1 複合材料準備ステップ S 1 1、第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 及び低導電性材料設置ステップ S 1 3 をそれぞれ変更したものである。

【 0 0 6 5 】

第 3 の実施形態に係る第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 は、第 1 の実施形態に係る第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 において、貫通孔 1 1 a を形成する代わりに、貫通孔 3 1 a を形成するものである。

40

【 0 0 6 6 】

第 3 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 は、第 1 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 において、埋設部 1 2 a を形成する代わりに、貫通孔 3 2 a を形成するものである。第 3 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 では、具体的には、第 2 強化繊維に第 2 樹脂を含浸させて成形したのち、所定の領域に貫通孔 3 2 a を形成することにより、第 2 複合材料 3 2 を得る。

【 0 0 6 7 】

第 3 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 は、第 1 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 において、低導電性材料 1 3 を設置する代わりに低導電性材料 3 3 を設置するものである。第 3 の実施形態に係る低導電性材料設置ステップ S 1 3 では

50

、まず、第1の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13と同様に、低導電性材料33を、ファスナ36aの側面を覆うスリーブ状に形成する。第3の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、次に、スリーブ状に形成した低導電性材料33を、第1複合材料31の貫通孔31aと、第2複合材料32の貫通孔32aとに貫通させて設けることで、第1強化繊維と第2強化繊維とを電氣的に接続する。そして、スリーブ状に形成した低導電性材料33にファスナ36aを挿入して、ファスナ36aを挿入した側とは反対側からカラー36bで締め付けることで、スリーブ状に形成した低導電性材料33をファスナ36aとカラー36bとにより締め付けて貫通孔31a及び貫通孔32aの内側に固定するとともに、第1複合材料31と第2複合材料32とを一体化する。このようにして、第3の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、第1強化繊維と第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料33が設置される。

10

【0068】

なお、第3の実施形態では、スリーブ状に形成した低導電性材料33を、第1複合材料31の貫通孔31aと、第2複合材料32の貫通孔32aとに貫通させる前に、第1複合材料31と第2複合材料32とが互いに対向する面に電気絶縁性を有する接着剤を塗布して固化させることで、絶縁性接着剤層35を形成しても構わない。

【0069】

複合材料構造体30の製造方法は、以上のような構成を有するので、上記した複合材料構造体10の製造方法と同様の作用効果を奏するものとなる。

【0070】

20

〔第4の実施形態〕

図8は、第4の実施形態に係る複合材料構造体40を示す斜視図である。図9は、図8のD-D断面図である。第4の実施形態に係る複合材料構造体40は、第2の実施形態に係る複合材料構造体20及び第3の実施形態に係る複合材料構造体30と同様に、第1の実施形態に係る複合材料構造体10において、低導電性材料13の設置形態を変更したものである。複合材料構造体40は、その他の構成については、複合材料構造体10と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

【0071】

なお、第4の実施形態に係る複合材料構造体40の説明では、説明の便宜上、明細書中及び図面中で、各構成要素について第1の実施形態に係る複合材料構造体10の説明と異なる符号を用いている。具体的には、複合材料構造体10における第1複合材料11、第2複合材料12、低導電性材料13及び絶縁性接着剤層15とそれぞれ対応する構成について、複合材料構造体40において、第1複合材料41、第2複合材料42、低導電性材料43及び絶縁性接着剤層45としている。

30

【0072】

複合材料構造体40は、図8及び図9に示すように、第1複合材料41と、第2複合材料42と、低導電性材料43と、を含む。第1複合材料41は、第1複合材料11において、貫通孔11aに代えて後述する低導電性材料43が埋設される埋設部41aを設け、含まれる第1樹脂を、主要成分が熱硬化性樹脂であるものに代えて、主要成分が熱可塑性樹脂であるものに変更したものである。なお、第1複合材料41に含まれる第1樹脂の主要成分である熱可塑性樹脂は、第1複合材料11に含まれる第1樹脂に混合される可能性のある熱可塑性樹脂の例として列挙したものが好適に用いられる。また、第1複合材料41に含まれる第1樹脂は、熱可塑性樹脂に加えて、熱硬化性樹脂及びその他の樹脂が混合されていてもよい。

40

【0073】

埋設部41aは、図9に示すように、第2複合材料42と対向している側とは反対側の面において、第1複合材料41の第2複合材料42が設けられる領域と隣接した所定の領域、すなわち、第1複合材料41と第2複合材料42とが対向している方向の第1複合材料41側から見て後述する埋設部42aと隣接する領域に、設けられている。埋設部41aは、主要成分が熱可塑性樹脂である第1樹脂の軟性を利用して、低導電性材料43が埋設

50

される部分である。第 1 複合材料 4 1 は、その他の構成については、第 1 複合材料 1 1 と同様である。

【 0 0 7 4 】

第 2 複合材料 4 2 は、第 2 複合材料 1 2 において、埋設部 1 2 a に代えて後述する低導電性材料 4 3 が埋設される埋設部 4 2 a を設け、含まれる第 2 樹脂を、主要成分が熱硬化性樹脂であるものに代えて、主要成分が熱可塑性樹脂であるものに変更したものである。なお、第 2 複合材料 4 2 に含まれる第 2 樹脂は、第 1 複合材料 4 1 に含まれる第 1 樹脂の例として列挙したものが好適に用いられる。

【 0 0 7 5 】

埋設部 4 2 a は、図 9 に示すように、第 1 複合材料 4 1 のフランジ部と対向している側の面において、第 2 複合材料 4 2 の第 1 複合材料 4 1 が設けられる領域と隣接した所定の領域、すなわち、第 1 複合材料 4 1 と第 2 複合材料 4 2 とが対向している方向の第 1 複合材料 4 1 側から見て埋設部 4 1 a と隣接する領域に、設けられている。埋設部 4 2 a は、主要成分が熱可塑性樹脂である第 2 樹脂の軟性を利用して、低導電性材料 4 3 が埋設される部分である。第 2 複合材料 4 2 は、その他の構成については、第 2 複合材料 1 2 と同様である。

10

【 0 0 7 6 】

低導電性材料 4 3 は、低導電性材料 1 3 と同様の物性を有し、同様の材料が用いられているが、低導電性材料 1 3 と異なる構造に設置されている。低導電性材料 4 3 は、図 8 及び図 9 に示すように、低導電性材料 1 3 と同様に、領域 4 3 a と、領域 4 3 b と、領域 4 3 c と、を有する。領域 4 3 a は、第 1 強化繊維と第 2 強化繊維とのいずれとも接触していない部分である。領域 4 3 a は、領域 4 3 b と領域 4 3 c との間にある領域であり、第 1 複合材料 4 1 と第 2 複合材料 4 2 とが対向している方向に延びて第 1 複合材料 4 1 の側面に接触して配置されている。領域 4 3 b は、低導電性材料 4 3 の一端の領域であり、領域 4 3 a の一方側に隣接している部分である。領域 4 3 b は、埋設部 4 1 a において第 1 樹脂に埋設されることにより、第 1 強化繊維と接触し、第 1 強化繊維と電氣的に接続している部分である。領域 4 3 c は、低導電性材料 4 3 の他端の領域であり、領域 4 3 a の他方側に隣接している部分である。領域 4 3 c は、埋設部 4 2 a において第 2 樹脂に埋設されることにより、第 2 強化繊維と接触し、第 2 強化繊維と電氣的に接続している部分である。

20

【 0 0 7 7 】

複合材料構造体 4 0 は、複合材料構造体 2 0 と同様に、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 において低導電性材料 1 3 の設置形態を変更したことに伴い、ボルト 1 6 a とナット 1 6 b とが設けられていない形態となっている。

30

【 0 0 7 8 】

複合材料構造体 4 0 は、このような構造の低導電性材料 4 3 を有するので、上記した低導電性材料 1 3 を有する複合材料構造体 1 0 と同様の作用効果を奏するものとなる。

【 0 0 7 9 】

第 4 の実施形態に係る複合材料構造体 4 0 の製造方法は、第 1 の実施形態に係る複合材料構造体 1 0 の製造方法において、第 1 複合材料準備ステップ S 1 1、第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 及び低導電性材料設置ステップ S 1 3 をそれぞれ変更したものである。

40

【 0 0 8 0 】

第 4 の実施形態に係る第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 は、第 1 の実施形態に係る第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 において、貫通孔 1 1 a を形成する代わりに、埋設部 4 1 a を形成するものである。第 4 の実施形態に係る第 1 複合材料準備ステップ S 1 1 では、具体的には、第 1 強化繊維に主要成分が熱可塑性樹脂である第 1 樹脂を含浸させて成形することにより、第 1 複合材料 4 1 を得る。

【 0 0 8 1 】

第 4 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 は、第 1 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 において、埋設部 1 2 a を形成する代わりに、埋設部 4 2 a を形成するものである。第 4 の実施形態に係る第 2 複合材料準備ステップ S 1 2 では、具体

50

的には、第2強化繊維に主要成分が熱可塑性樹脂である第2樹脂を含浸させて成形することにより、第2複合材料42を得る。

【0082】

第4の実施形態では、低導電性材料設置ステップS13の前に、第1複合材料41と第2複合材料42とが互いに対向する面に電気絶縁性を有する接着剤を塗布して固化させることで、絶縁性接着剤層45を形成する。

【0083】

第4の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13は、第1の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13において、低導電性材料13を設置する代わりに低導電性材料43を設置するものである。第4の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、まず、第1の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13と同様に、低導電性材料43を所定の形状に成形する。第4の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、次に、第1樹脂を加熱して軟化させてから第1複合材料41における埋設部41aに低導電性材料43の領域43bを埋設して配置し、第2樹脂を加熱して軟化させてから第2複合材料42における埋設部42aに低導電性材料43の領域43cを埋設して配置する。このようにして、第4の実施形態に係る低導電性材料設置ステップS13では、第1強化繊維と第2強化繊維とを電氣的に接続する低導電性材料43が設置される。

10

【0084】

複合材料構造体40の製造方法は、以上のような構成を有するので、上記した複合材料構造体10の製造方法と同様の作用効果を奏するものとなる。

20

【符号の説明】

【0085】

- 10, 20, 30, 40 複合材料構造体
- 11, 21, 31, 41 第1複合材料
- 11a, 31a, 32a 貫通孔
- 12, 22, 32, 42 第2複合材料
- 12a, 41a, 42a 埋設部
- 13, 23, 33, 43 低導電性材料
- 13a, 13b, 13c, 23a, 23b, 23c, 33a, 33b, 33c, 43a, 43b, 43c 領域
- 15, 25, 35, 45 絶縁性接着剤層
- 16a ボルト
- 16b ナット
- 21a 第1露出部分
- 22a 第2露出部分
- 36a ファスナ
- 36b カラー

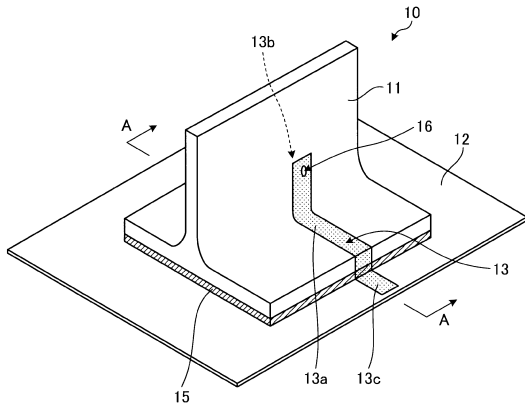
30

40

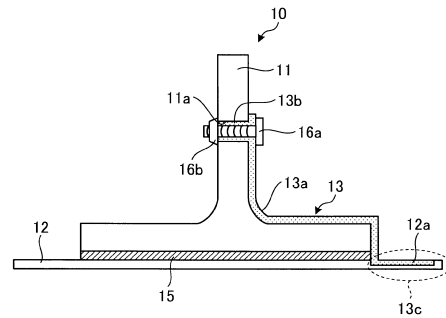
50

【図面】

【図1】

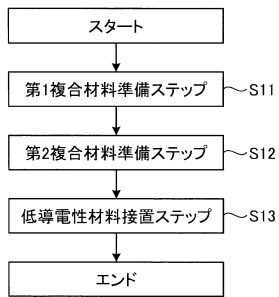


【図2】

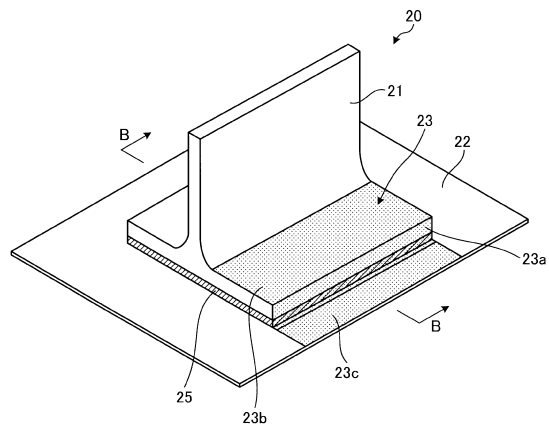


10

【図3】



【図4】



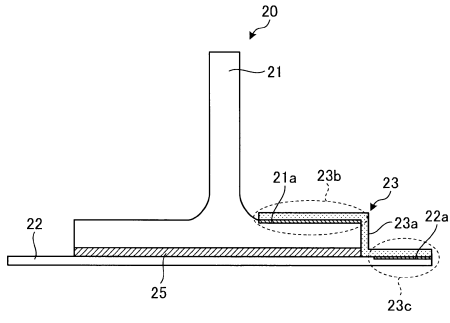
20

30

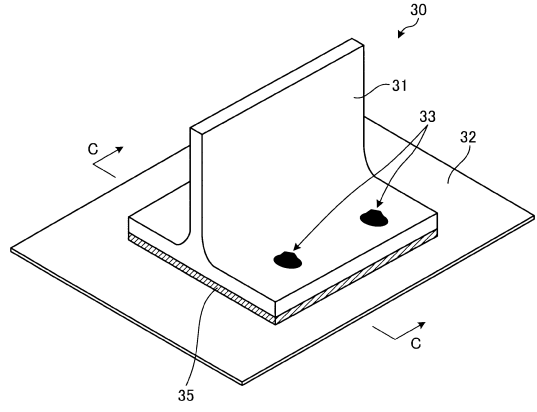
40

50

【図5】

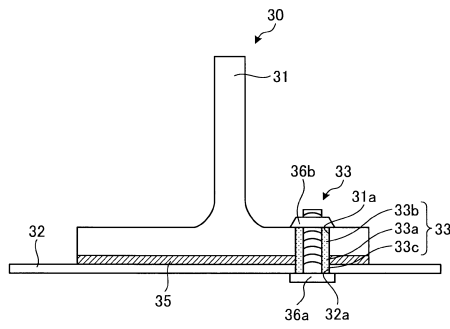


【図6】

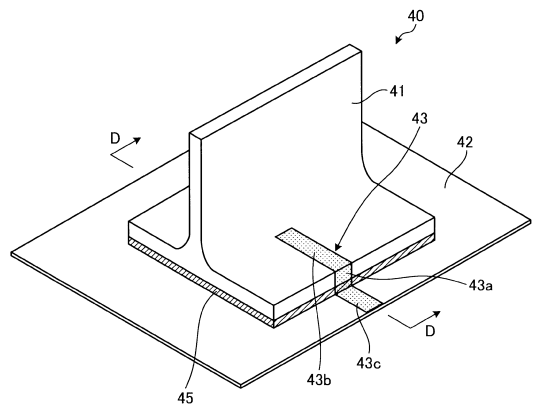


10

【図7】



【図8】



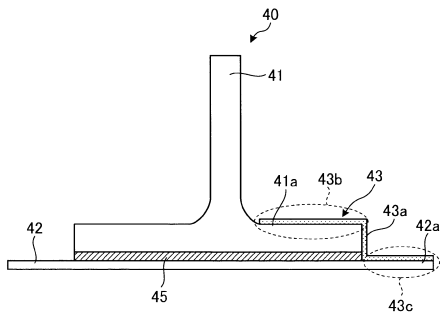
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 吉野 駿佑

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 赤澤 高之

(56)参考文献 特開2017-185995(JP,A)

特表2005-512319(JP,A)

米国特許第04891732(US,A)

特開2018-021660(JP,A)

特開2012-006528(JP,A)

特開2007-301838(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0031350(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B32B 1/00 - 43/00

B64C 1/00 - 99/00

B64D 1/00 - 47/08

F16B 9/00 - 11/00