

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6155105号
(P6155105)

(45) 発行日 平成29年6月28日 (2017. 6. 28)

(24) 登録日 平成29年6月9日 (2017. 6. 9)

(51) Int. Cl.

F I

C 0 8 J 5/04 (2006. 01)
B 6 4 C 1/00 (2006. 01)
B 6 4 C 1/12 (2006. 01)
C 0 8 J 5/24 (2006. 01)

C 0 8 J 5/04 C E R
 B 6 4 C 1/00 B
 B 6 4 C 1/12
 C 0 8 J 5/24 C E Z

請求項の数 16 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2013-125019 (P2013-125019)
 (22) 出願日 平成25年6月13日 (2013. 6. 13)
 (65) 公開番号 特開2014-167083 (P2014-167083A)
 (43) 公開日 平成26年9月11日 (2014. 9. 11)
 審査請求日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)
 (31) 優先権主張番号 13/524, 224
 (32) 優先日 平成24年6月15日 (2012. 6. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-2016
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイ
 ド・プラザ、100
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義敦
 (72) 発明者 ヘンリー、クリストファー ピー.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 902
 65, マリブ, マリブ キャニオン
 ロード 3011, メール コード ア
 ールエル62

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数樹脂複合材構造体およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

織物繊維 (20) から構成され、その中に形成された穴 (30) の分布を有する少なくとも1つの織物層 (22) の織物配列体 (12) であって、前記穴 (30) の分布が、個々の織物繊維 (20) 内部の多数の繊維内穴 (30) および織物繊維 (20) 間の多数の繊維間穴 (30) を有する、織物配列体 (12) と、

全ての前記繊維内穴 (30)、および穴直径閾値以下の穴直径を有する繊維間穴 (30) を共に充填する第1の樹脂 (14) と、

前記第1の繊維 (14) に接着され、前記穴直径閾値より大きい穴直径を有する繊維間穴 (30) を実質的に充填する第2の樹脂 (16) とを備える複合材構造体 (10)。

【請求項 2】

前記第1の樹脂 (14) が前記第2の樹脂 (16) より剛性が高く、前記第1の樹脂 (14) が、約 1 GPa より大きい弾性率を有し、前記第2の樹脂 (16) が、約 1 GPa より小さい弾性率を有する、請求項 1 に記載の複合材構造体 (10)。

【請求項 3】

前記第1の樹脂 (14) が熱硬化性樹脂を含み、前記第2の樹脂 (16) がエラストマーを含む、請求項 2 に記載の複合材構造体 (10)。

【請求項 4】

前記第1の樹脂 (14) がエポキシ樹脂を含み、前記第2の樹脂 (16) がシリコーン

を含む、請求項 2 に記載の複合材構造体 (1 0)。

【請求項 5】

少なくとも 1 つの織物層 (2 2) が、前記繊維間穴の全てが、前記穴直径閾値以下の穴直径をその領域内では有する 1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) と、その領域内では、一部の前記繊維間穴が前記穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が前記穴直径閾値より大きい穴を有する 1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) とを備え、

前記 1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) に前記 1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) が散在し、前記 1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) および前記 1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) があるパターンで散在している、

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の複合材構造体 (1 0)。

10

【請求項 6】

前記織物配列体 (1 2) が、1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) が散在する 1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) をそれぞれが有する 2 つ以上の積層織物層 (2 2) を備え、

少なくとも 1 つの織物層 (2 2) の少なくとも 1 つの多繊維領域 (3 6) が、少なくとも 1 つの他の織物層 (2 2) の 1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) によって、前記諸層に実質的に直交する方向に重畳され、前記積層織物層 (2 2) が、前記第 1 の樹脂 (1 4) および前記第 2 の樹脂 (1 6) によって、互いに少なくとも部分的に接着される、

請求項 5 に記載の複合材構造体 (1 0)。

【請求項 7】

前記穴直径閾値以下の直径を有する繊維間穴の穴直径の、前記穴直径閾値より大きい直径を有する繊維間穴の穴直径に対する比が、約 1 : 1 0 である、請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の複合材構造体 (1 0)。

20

【請求項 8】

前記穴直径閾値が、約 0 . 0 1 m m ~ 5 . 0 m m の範囲内にある、請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の複合材構造体 (1 0)。

【請求項 9】

前記穴直径閾値が、約 1 . 0 m m である、請求項 8 に記載の複合材構造体。

【請求項 1 0】

前記穴直径閾値が、少なくとも 1 つの織物層の前記織物繊維の、前記第 1 の樹脂による濡れ閾値に対応する、請求項 8 に記載の複合材構造体。

30

【請求項 1 1】

複合材構造体 (1 0) を製造する方法であって、

その中に形成された多数の穴 (3 0) を有する織物層 (2 2) において、第 1 の樹脂 (1 4) によって、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴 (3 0) のみを選択的に充填することと、

前記織物層 (2 2) 内に残っている穴 (3 0) を第 2 の樹脂 (1 6) によって実質的に充填することと

を含む方法。

【請求項 1 2】

1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) に 1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) を散在させるように織物繊維 (2 0) から前記織物層 (2 2) を形成することであって、前記多繊維領域内では、全ての前記穴 (3 0) が、前記穴直径閾値以下の穴直径を有し、前記少繊維領域内では、一部の前記穴 (3 0) が、前記穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が、前記穴直径閾値より大きい穴直径を有すること
をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

40

【請求項 1 3】

少なくとも 1 つの織物層 (2 2) が、1 つまたは複数の多繊維領域 (3 6) と、1 つまたは複数の少繊維領域 (3 8) とを有し、前記多繊維領域内では、全ての前記穴 (3 0) が、前記穴直径閾値以下の穴直径を有し、前記少繊維領域内では、一部の前記穴 (3 0) が、前記穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が、前記穴直径閾値より大きい穴直径を有

50

し、

前記方法が、少なくとも１つの織物層（２２）の少なくとも１つの少繊維領域（３８）が、少なくとも１つの他の織物層（２２）の１つまたは複数の多繊維領域（３６）によって、前記諸層に実質的に直交する方向に重畳されるように、２つ以上の織物層（２２）を積層することをさらに含む、

請求項１１または１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記第１の樹脂（１４）が、前記穴直径閾値以下の穴直径を有する穴（３０）のみを充填するべく前記第１の樹脂（１４）を制約するように想定されている前記織物層（２２）の前記織物繊維（２０）に関して、所定の濡れ閾値を有し、

10

前記選択的に充填することが、前記第１の樹脂（１４）を前記織物層（２２）に非選択的に塗布することを含む、

請求項１１ないし１３のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１５】

前記織物層（２２）の前記織物繊維（２０）に関する前記第１の樹脂（１４）の所定の濡れ閾値に基づいて前記第１の樹脂（１４）を選択すること

をさらに含む、請求項１４に記載の方法。

【請求項１６】

前記第２の樹脂（１６）と接着するために、相溶化剤を用いて前記第１の樹脂（１４）を処理することによって前記第１の樹脂（１４）を事前調製すること

20

をさらに含む、請求項１１ないし１５のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、複合材構造体に関し、より詳細には、織物配列体および２つの（またはそれより多くの）樹脂を有する複合材構造体に関する。

【背景技術】

【０００２】

輸送手段、特に飛行機および他の航空機の航空構造体の設計における１つの目標は、望ましくない抗力を低減することである。航空機、または航空機の諸部分は、空力形状を有するように構成されるが、抗力にはまた、結合部分間の継ぎ目、固定面と運動制御面との間の継手（ヒンジ等）などのような外面の不連続部を減らすことによる対処も行われ得る。そのような不連続部は、渦誘導抗力の潜在的な発生源になるのみではなく、航空機の音響シグネチャ、および／または光学、無線周波数（ＲＦ）、電気などを含む他のシグネチャを発生し、増長する。

30

【０００３】

提案された一部の対策は、固定面と運動制御面との間の間隙を、摺動板などの可動構造によって塞ぐことに主眼を置いているが、これは、機械的複雑さを増す。あるいは、そのような不連続部を、航空機の外板を可撓性の材料を用いて被覆および／または形成することなどによって密閉することができるが、多くの可撓性材料は、航空機の外板に通常加わる力に耐えるのに適切な剪断強度に欠ける。複合材料は、金属などの他の構造材料に比較して、適切な機械的特性、ならびに一般に高い強度重量比を有し得る。ただし、一旦形成されると、多くの複合材は、固定面と運動面との間の間隙を覆いまたは閉じるには硬過ぎかつ／または脆過ぎる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

したがって、航空機の外板を覆いまたは形成するのに適切な可撓性があり、航空機の外板に通常加えられる力に対して適切な機械的安定性を有する材料が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 5 】

本開示は、複数樹脂複合材構造体のいくつかの例示的实施形態、およびそれら複合材構造体を形成する例示的方法を記述する。

【 0 0 0 6 】

本開示による例示的複合材構造体では、織物繊維から構成された少なくとも1つの織物層の織物配列体が、その中に形成された穴の分布を有する。穴の分布は、個々の織物繊維内部の多数の繊維内穴および織物繊維間の多数の繊維間穴を有し得る。そのような例示的複合材構造体では、第1の樹脂が、繊維内穴、および穴直径閾値以下の穴直径を有する繊維間穴を共に充填し、第2の樹脂が、第1の樹脂に接着し、穴直径閾値より大きい穴直径を有する繊維間穴を実質的に充填する。

10

【 0 0 0 7 】

一部のそのような例示的実施形態では、第1の樹脂が、第2の樹脂より剛性が高い。たとえば、そのような実施形態では、第1の樹脂は約1 GPaより大きい弾性率を有し得、第2の樹脂は約1 GPaより小さい弾性率を有し得る。たとえば、第1の樹脂はエポキシ樹脂を含み得、第2の樹脂はシリコンを含み得る。

【 0 0 0 8 】

一部のそのような実施形態では、少なくとも1つの織物層が、繊維間穴の全てが、穴直径閾値以下の穴直径をその領域内では有する1つまたは複数の多繊維領域を備え、その領域内では、一部の繊維間穴が穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が穴直径閾値より大きい穴を有する1つまたは複数の少繊維領域をさらに備える。そのような実施形態では、多繊維領域に少繊維領域が、あるパターンなどで、散在する。一部のそのような実施形態では、織物配列体が2つ以上の積層織物層を備え、少なくとも1つの織物層の多繊維領域が、少なくとも1つの他の織物層の1つまたは複数の少繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に重畳されている。積層織物層は、第1の樹脂および/または第2の樹脂によって、互いに少なくとも部分的に接着され得る。

20

【 0 0 0 9 】

本開示により複合材構造体を形成する例示的方法は、その中に形成された多数の穴を有する織物層において、第1の樹脂によって、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを選択的に充填することと、織物内に残っている穴を第2の樹脂によって実質的に充填することとを含み得る。

30

【 0 0 1 0 】

一部のそのような方法では、第1の樹脂によって選択的に充填することが、液体状態などにおいて、浸漬することなどによって、樹脂を非選択的に塗布することを含む。そのような方法では、第1の樹脂が、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを充填するべく第1の樹脂を制約するように想定されている織物繊維に関して、所定の濡れ閾値を有し得る。一部の例示的方法は、第2の樹脂と接着するために、相溶化剤の使用によるなど、第1の樹脂を事前調製することを含み得る。

【 0 0 1 1 】

一部の例示的方法は、第1の樹脂を塗布することの前などに、2つ以上の織物層を積層することを含み得る。積層することは、1つの層の多繊維領域を少なくとも1つの他の層の1つまたは複数の少繊維領域と、部分的にまたは完全に、重畳させることによるなど、所望の態様で積層織物層を互いに配置することを含み得る。

40

【 0 0 1 2 】

一部の例示的方法は、たとえば、少繊維領域に多繊維領域を所望の配置で散在させるようにするなどにより、織物繊維を製織することによって、織物層を形成することを含み得る。そのような方法では、その配置は、不規則でもよく、あるパターンでもよい。織物層を積層することを含む方法は、少繊維領域を1つまたは複数の多繊維領域によって、それら積層される層に直交する方向に、重畳するようにするなど、多繊維領域と少繊維領域との相対分布を所望の態様で整えるように隣接する層を配置することを含み得る。

【 0 0 1 3 】

50

上記に要約された特徴、機能、ステップおよびプロセスは、様々な実施形態および／または方法において個々に達成することができ、または、さらに他の実施形態および／または方法において組み合わせることができ、それらのさらに詳細が、以下の記述および図面を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】織物繊維から形成された織物配列体と、織物繊維間の穴の一部を充填している第1の樹脂と、織物繊維間の残りの穴を充填している第2の樹脂とを有する、本開示による複合材構造体の例示的实施形態を示す部分概略斜視図である。

【図2】図1に示された例示的複合材構造体の織物配列体の織物層を示す部分概略平面図である。

10

【図3】図1に示された例示的複合材構造体の織物配列体の織物繊維の例示的断面面図である。

【図4】本開示により構成される複合材構造体で使用するのに適した例示的織物層を示し、その例示的織物層が図2の織物層の構成とは異なる構成を有する、部分概略平面図である。

【図5】本開示により構成される複合材構造体で使用するのに適した別の例示的織物層を示し、その例示的織物層が図2および図4の織物層の構成とは異なる構成を有する、部分概略平面図である。

【図6】本開示により複合材構造体を製造する方法の例示的非排他的例を示す流れ図である。

20

【図7】本開示による複合材構造体を組み込んだ航空機の主要構造要素を示す概略透視図である。

【図8】本開示による複合材構造体を組み込んだ例示的飛行機の翼および制御面を示す概略透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

一般に、本開示による例示的複合材構造体は、穴（または空間、または空隙）をその中に分布させた織物配列体を備え、第1の樹脂が小さい方の穴を充填し、第2の樹脂が大きい方の穴を充填する。第1の樹脂と第2の樹脂とは異なる機械的特性を有し得、たとえば、第1の樹脂は高剛性であり得、他方第2の樹脂は弾性（または第1の樹脂より低い剛性）であり得、それによって、それぞれの樹脂を浸透させた織物配列体のそれぞれの部分にそれらの特性が付与される。一部の織物配列体では、複合材構造体が、主として第2の樹脂によって充填された領域（その領域では織物繊維がより離隔配置されているなど）が散在する主として第1の樹脂によって充填された領域（その領域では織物繊維が密に配置されているなど）を有するように、穴の寸法を分布させることができる。したがって、織物配列体の幾何形状に応じて、複合材構造体は、非孔質で選択的に変形可能にすることができる、他方で剪断強度などの機械的特性を示すようにすることができる。

30

【0016】

特定の例示的实施形態では、複合材構造体が、織物繊維、第1の樹脂、および第2の樹脂から構成される織物層を備え得、第1の樹脂が、所定の距離以下の距離によって互いに離隔配置されている織物繊維の部分を相互連結し、第2の樹脂が、所定の距離より大きい距離によって互いに離隔配置されている織物繊維の部分を相互連結する。そのような実施形態では、第2の樹脂はまた、所定の距離より大きい距離によって離隔配置されている第1の樹脂の部分も相互連結することができる。そのような実施形態では、織物繊維は、織物繊維の内部に繊維内空間を有し得、それら空間も第1の樹脂によって充填される。

40

【0017】

織物層を形成する織物繊維の間、それらに囲まれた、およびそれらの内部の様々な間隔関係は、織物層全体に亘って穴、または空隙、または空間の分布を定めるものと考えることができる。織物繊維の間の穴は、「繊維間」穴として表現することができ、その穴を形

50

成する繊維間の距離に対応し得る穴直径を有するとして特徴付けることができる。織物繊維の内部の穴は、「繊維内」穴として表現することができ、やはり、繊維内空間の寸法に対応する穴直径を有するとして特徴付けることができる。したがって、穴の直径は、たとえば、その穴が不規則な形状（織物繊維の配置および／または組成に応じるなどで）であれば、穴全体に亘って変化し得る。

【0018】

このように考えれば、本開示による複合材構造体の特定の例示的实施形態は、織物繊維から構成され、それら織物繊維の間、それらに囲まれて、およびそれらの内部など、その中に形成された穴が分布する織物層を備え得る。そのような実施形態では、第1の樹脂が、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴を充填し、第2の樹脂が、穴直径閾値より大きい穴直径を有する穴を実質的に充填する。一部の实施形態では、第1の樹脂は比較的高剛性であり得、他方、第2の樹脂は比較的可撓性であり得る。一部の实施形態では、第2の樹脂は、閾値より小さい穴直径を有する穴は充填しない。一部の实施形態では、第2の樹脂は第1の樹脂に接着されている。

10

【0019】

上記の一部の例示的实施形態では、織物層は、全ての織物繊維が所定の距離以下の距離によって互いに離隔配置されている領域、あるいは、全ての穴が、穴直径の閾値以下の穴直径を有する領域として説明することができる、複数の多繊維または高密度繊維領域を有するように構成することができる。多繊維領域には、少繊維領域が散在することができ、その少繊維領域は、「繊維が多くない領域」、または、一部の繊維もしくは繊維の諸部分が所定の距離以下の距離によって離隔配置され、一部の繊維が所定の距離より大きい距離によって離隔配置されている領域として考えることができる。あるいは、少繊維領域は、一部の穴が、穴直径の閾値以下の穴直径を有し、一部の穴が、穴直径の閾値より大きい穴直径を有する領域として説明することができる。

20

【0020】

そのような実施形態では、多繊維領域と少繊維領域とが不規則に互いに散在し、またはあるパターンなどで規則的に散在することができる。例示的模式パターンは網目状のパターンでもよく、1つまたは複数の規則的に離隔配置された少繊維領域がそれぞれ、織物層全体に亘って連続し得る多繊維領域によって、取り囲まれ得る。別の例示的模式パターンはタイル状のパターンでもよく、1つまたは複数の規則的に離隔配置された多繊維領域がそれぞれ、織物層全体に亘って連続し得る少繊維領域によって、取り囲まれ得る。

30

【0021】

任意選択で、織物配列体は、隣接する積層織物層の織物繊維間の距離（あるいは、織物層間の穴の穴直径）などに応じて、一方または両方の樹脂によって相互連結された2枚以上の積層織物層を備え得る。織物層同士は、非類似のまたは類似の構成であり得る。一部の实施形態では、織物層は、1つの織物層の少繊維領域が、1つまたは複数の他の織物層の1つまたは複数の多繊維領域によって、積層層に直交する方向に重畳される（ある場合には完全に重畳される）ように、積層され得る。

【0022】

一部の实施形態では、第1の樹脂は、エポキシ樹脂またはフェノール樹脂などの高剛性熱硬化性樹脂であり、またはそれを含む。一部の例示的实施形態では、第2の樹脂は、シリコーンなどのエラストマーであり、またはそれを含む。一部の例示的实施形態では、織物繊維は、ポリエステル、ポリウレタン、およびポリエチレンの1つまたは複数であり、またはそれらを含む。他の实施形態では、織物繊維は、ガラス、炭素繊維、金属合金、および／またはエンジニアリング熱可塑性樹脂であり、またはそれを含む。

40

【0023】

本明細書に開示された1つまたは複数の複合材構造体は、輸送手段の構造的な外部もしくは内部要素、またはそれらの部品もしくは一部分として組み込まれ得る。したがって、一部の例示的实施形態は、本明細書に開示された例示的複合材構造体のいずれかから形成された要素を含む。一部のそのような実施形態では、輸送手段は、飛行機または他の航空機

50

、宇宙船、ミサイルなどのような航空構造体である。一部のそのような実施形態では、要素は、航空機の外板またはその一部分のような外部要素である。

【 0 0 2 4 】

本明細書に開示され、例示される複数樹脂複合材構造体の例示的实施形態は、たとえば、固定構造または面と制御構造または面との間の準構造領域に張り付けられまたは他の場合には組み込まれる、航空機用の連続的空力外板（それに限定されないが）を含めて、輸送手段の設計の様々な態様において用途を見付けることができる。より詳細に本明細書に説明されるように、本開示による複合材構造体は、織物配列体の2つのタイプの領域に浸透する、異なる材料特性を有する2つのタイプのマトリックス樹脂を有し得る。説明のための非限定的例において、比較的高剛性の樹脂が、各織物層の多繊維領域の小さな穴のみを充填し、それによって、織物配列体の全体を通して高剛性領域を生成する。この例では、比較的可撓性の樹脂が、高剛性多繊維領域の間またはそれらに囲まれた少繊維領域を充填し、その結果、剪断強度などの機械的特性を示しながら弾性（すなわち伸縮可能、可撓、かつ/または別様には変形可能）特性を維持する中実（すなわち実質的にまたは完全に非孔質の）複合材構造体を生じる。

10

【 0 0 2 5 】

少繊維領域に対する多繊維領域の構成などの織物配列体の織物層の幾何形状、ならびに複数の積層織物層を有する織物配列体内で織物層が相互に配置される方式が、前述の特性の1つまたは複数を増強しまたは制約し、それによって、航空構造体または他の非航空構造体における特定の用途に好適な複合材構造体を創出することができる。

20

【 0 0 2 6 】

本開示はまた、複合材構造体を製造することができる例示的方法を提供する。

【 0 0 2 7 】

ここで、図1～5を参照すると、複合材構造体およびその構成要素の説明のための非排他的例が示されている。適切な限り、図1～5の概略図による参照番号は、複合材構造体および/またはそれらの構成要素の対応する部分を示すために使用されるが、図1～5の例は、非排他的であり、可能な構成を図示の実施形態に限定しない。すなわち、複合材構造体、ならびにその様々な構成要素、構成、および他の特徴は、特定の実施形態に限定されることはなく、図1～5の概略表示および/または実施形態に例示され、それらを参照して説明される複合材構造体の任意の数の様々な態様、構成、特徴、特性など、ならびにそれらの変形形態を組み入れることが、そのような態様、構成、特徴、特性などの全てを含む必要なしにできる。簡潔にするために、既述の各構成要素、部品、部分、態様、領域など、またはそれらの変形形態は、以降説明される実施形態に関して再び説明、図示、および/または標示されないこともあるが、それら説明された特徴、変形形態などが、本明細書に記載された複合材構造体のいずれかまたは全てによって使用され得ることは本開示の範囲内である。

30

【 0 0 2 8 】

図1は、たとえば、全体を10で示された例示的複合材構造体の断面を示す。複合材構造体10は、明瞭化のためにその構成要素の相対的寸法および配置が強調されている場合もあるという点で幾分概略的に示されている。さらに、図1に示された複合材構造体10の断面の表面および縁は、実際の複合材構造体10を表している場合もあるし、表していない場合もあり、すなわち、図1に示された複合材構造体10は、1つまたは複数の方向に、図示された断面を越えて連続してもよい。

40

【 0 0 2 9 】

全体として、複合材構造体10が、織物配列体12と、第1の樹脂14と、第2の樹脂16とを備えるところが示されている。以下に詳細に説明されるように、第1の樹脂14は、近接間隔で配置されている織物配列体12の諸部分を相互連結するところを示され、第2の樹脂16は、より遠く離れた間隔で配置されている織物配列体12の諸部分および/または第1の樹脂14の諸部分を相互連結する。

【 0 0 3 0 】

50

織物配列体 12 は、製織された多数の個々の織物繊維 20 から形成され、または別様には 2 つの織物層 22 に形成され、織物層 22 の「積層」構成が総体として織物配列体 12 を形成しているところが示されている。2 つの積層織物層 22 が図示の断面には示されているが、他の実施形態では、織物配列体 12 を形成する任意の数の積層織物層 22、または 1 つのみの織物層 22 を備える。

【0031】

織物層 22 はいかなる所望の構成でもよく、その構成は、不規則な配列でも、もしくはパターン化された配置でも、またはそれらのある組合せでもよい。図 2 は、複合材構造体 10 の 1 つの織物層 22 の例示的構成を示し、そこでは、織物繊維 20 が、例示的 2 方向パターン式構成で織られているところが示され、縦系繊維 24 のグループが横系繊維 26 のグループと織り合わされている。図 1 は、したがって、2 本の横系繊維 26 の長さに沿って取られた横断面を示し得る。

【0032】

縦系繊維 24 および横系繊維 26 は、同じタイプ、サイズ、組成などからなる織物繊維 20 であり得、または、織物層 22 の所望の構成に適合するように、そのような態様の 1 つまたは複数において異なり得る。一般に、ポリエステル、ポリエチレン、ポリウレタン、アラミド、ガラス、セラミック、金属合金、および、ポリカーボネート（「PC」）、ポリエーテルイミド（「PEI」）、ポリフェニレンスルフィド（「PPS」）、ポリエーテルエーテルケトン（「PEEK」）などのようなエンジニアリング熱可塑性樹脂などの合成織物繊維 20 が、天然繊維に比較して、温度変化、UV 放射、および湿気などの環境因子に対して好ましい機械的特性およびより良い耐性をもたらし得ることが知られており、したがって、本開示の複合材構造体 10 に関する好適な候補になり得る。試験例では、Honeywell Spectra（登録商標）繊維 1000（ポリエチレン繊維）、Kevlar（登録商標）繊維（パラアミド繊維）、およびスパンデックス繊維（ポリウレタン-ポリウレア共重合体）が、良好な結果をもって使用された。ただし、本明細書に説明された樹脂と共に使用するのに適するいかなる態様の織物繊維 20 も、本開示の範囲内にあると考えられる。

【0033】

おそらく図 2 に最も明瞭に示されるように、織物層 22 は、織物繊維 20 の間、およびそれらに囲まれた空間によって形成された多数の穴 30 を備える。本明細書では空隙 30、または空間 30 とも呼ばれる穴 30 は、穴 30 がそれらの間に配設される隣接する繊維 20 が互いに離隔する距離によって特徴付けることができ、この距離がまた、本明細書では「穴直径」と呼ばれる。本明細書での用語「直径」の使用法は、あらゆる穴 30 が、またはそれら穴の諸部分が、円形、球形、または他の標準的幾何学的特徴を有することを示そうと意図するものではなく（一部の穴 30 が、またはそれら穴の諸部分が有し得るが）、あるいは、一貫した形または寸法さえも、有することを示す意図はない。むしろ、穴の直径は、穴 30 を形成する織物繊維 20 間の距離を指し、したがって、特定の穴 30 および/またはその諸部位の全体に亘って、織物層 22 の構成、織物繊維（複数可）20 の組成、その他に応じるなどで、変化し得る。

【0034】

穴 30 同士、またはそれらの諸部分は、それらの穴直径によって互いに区別することができる。たとえば、用語「小さい方の穴」（または「小さい穴」）は、本明細書では、穴直径の閾値以下の穴直径を有する穴 30 またはその諸部分を指すものであり、他方、用語「大きい方の穴」（または「大きい穴」）は、本明細書では、穴直径の閾値より大きい穴直径を有する穴 30 またはその諸部分を指すものである。「穴直径閾値」は、したがって、穴 30 を形成する織物繊維 20（またはその諸部分）が互いに離隔される所定の距離に対応する。

【0035】

任意選択で、穴直径閾値は、以下により詳細に説明されるように、織物繊維 20 の第 1 の樹脂 14 との濡れ閾値に対応し得るが、これが全ての実施形態に要求されるわけではな

10

20

30

40

50

い。穴直径閾値は、一部の実施形態では、約 1 mm 程度であり得る。他の実施形態では、穴直径閾値は、約 0.01 mm、0.02 mm、0.05 mm、0.1 mm、0.2 mm、0.5 mm、1.0 mm、2.0 mm、および 5.0 mm の 1 つの穴直径閾値など、約 0.01 mm ~ 5.0 mm の範囲内であり得る。ただし、他の値および範囲も本開示の範囲内である。

【0036】

さらに、図 2 の織物層 22 の小さい穴と大きい穴 30 との相対寸法は、十分に区別されるように示されており、すなわち、大きい穴 (34 で示される) の穴直径に対する小さい穴 (32 で示される) の穴直径の比が織物層 22 全体に亘って多少とも一貫するように、織物繊維 20 が織物層 22 内で配置されている。下記に説明されるように、本開示によつて複合材構造体 10 を製造する方法の一部では、穴直径比 (それは、たとえば、最小の大きい穴 34 の穴直径に対する最大の小さい穴 32 の穴直径の比を指す) を十分に区別することにより、第 1 の樹脂 14 によって織物配列体 12 内の小さい穴 32 だけを選択的に充填することを容易にすることができる。一部の実施形態では、小さい穴 32 と大きい穴 34 との穴直径比は、大よそ 1 ケタである。ただし、これが、良好に定められた穴直径比を有する全ての実施形態に関して要求されるのではなく、穴直径比の他の例には、約 1 : 2、1 : 3、1 : 4、1 : 5、1 : 10、1 : 20、1 : 50、または 1 : 100 の穴直径比を含めて、約 1 : 2 ~ 約 1 : 100 の範囲内の穴直径比が含まれ、さらにまた他の範囲および値も本開示の範囲内である。さらに、穴直径比は、織物層 22 の全体に亘って変化し得、かつ / または織物層 22 を製造するために使用する織物成形技法の関数でもあり得る。本開示によって使用するのに適している織物層 22 の全てが、穴直径比を有する必要があるわけではない。

【0037】

図 2 に戻って、適切な大きさにされた穴直径閾値を想定して、図 2 に示された織物層 22 内の穴 30 は、たとえば縦系繊維 24 および横系繊維 26 のグループ内の隣接する織物繊維 20 間の小さい穴 32 と、たとえば織物繊維 20 のグループ間の大きい穴 34 とを含む。[言葉は一貫している必要がある。]

【0038】

それら穴は織物繊維 20 の間およびそれらに囲まれて配設されているので、図 2 の穴 30 は、「繊維間」穴 30 として考えることができる。織物層 22、またはより具体的にはその織物繊維 20 は、個々の繊維の内部に形成された穴 30 も有し得、その穴は本明細書では「繊維内」穴 30 と呼ばれる。図 3 は、繊維内穴 30 を有する織物繊維 20 の断面を示す。全ての織物繊維 20 が繊維内穴 30 を有するわけではないが、それを有する織物繊維では、繊維内穴 30 は、通常、繊維間穴 30 に比較して小さい。ただし、これは、全ての実施形態に関する要件ではない。

【0039】

図 2 に戻って、繊維層 22 はまた、層 22 全体に亘って織物繊維 20 の密度が変化するものとして記述することができる。たとえば、織物層 22 は、開放空間を取り囲む相対的に高い繊維密度の複数の領域を含むところを示され、その開放空間は、少繊維または疎繊維領域として考えることができる。本明細書で使用する用語「多繊維」領域は、全体的に図 2 の 36 で示され、穴 30 の全てが、小さい方の穴 32 であり、あるいは穴直径閾値以下の穴直径を有する穴 30 である繊維層 22 または繊維配列体 12 内の領域を指す。それに対応して、用語「少繊維」領域は、多繊維領域 36 ではない領域、すなわち、穴 30 の一部が小さい方の穴 32 であり、一部が大きい方の穴 34 である繊維層 22 または繊維配列体 12 内の領域、あるいは、穴 30 の一部が穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が穴直径閾値より大きい穴直径を有する領域を指す。少繊維領域は、図 2 に全体的に 38 で示されている。

【0040】

図 2 に示される織物層 22 では、多繊維領域 36 に、少繊維領域 38 が繰返しパターンで規則的に散在している。図 2 に示された織物層 22 の部分が織物層 22 の全体に亘って

繰り返されると想定すると、図示のパターンは、各少繊維領域 3 8 が多繊維領域 3 6 によって取り囲まれているパターンである。さらに、多繊維領域 3 6 は、互いに連結されて織物層 2 2 全体に亘って連続している [これは何を意味するのか?それは繰り返されていることを意味するのか?]。そのような構成の別の説明のための例は、図 4 に幾分概略的に示されたような網目パターンである。図 2 の織物層に類似した図 4 の織物層 2 2 は、織物層 2 2 全体に亘って連続している多繊維領域 3 6 によってそれぞれ取り囲まれている離隔配置された少繊維領域 3 8 のパターン化した分布を備えるところが示されている。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、さらに別の構成で形成された 2 つの織物層 2 2 を有する織物配列体 1 2 のさらに別の説明のための例を示し、それは、各織物層 2 2 全体に亘って連続し、同じパターンで配置された少繊維領域 3 8 によってそれぞれ取り囲まれている離隔配置された多繊維領域 3 6 からなるパターン化された分布を有する。

【 0 0 4 2 】

織物配列体 1 2 の織物層 2 2 が、多繊維領域 3 6 および少繊維領域 3 8 のパターン化された分布、もしくは規則的な分布でさえもそれを有すること、または、どちらかのタイプの領域 3 6、3 8 が織物層 2 2 の全体に亘って、またはその一部分においてさえも連続であることが、全ての実施形態にとって必要なわけではなく、その理由は、製織技法および他の織物形成技法が、上記領域の所望の任意の配置もしくは分布、または様々な配置の組合せを、織物層 2 2 の全体に亘って有する織物層 2 2 を製造することができるからである。

【 0 0 4 3 】

さらに、織物層 2 2 は、1 つの層の織物繊維 2 0 から形成されるところが示されているが、これは全ての実施形態に関する要件ではない。織物層 2 2 は、複数の層の織物繊維 2 0、または 1 つの繊維層 2 2 内での単一層部分と複数層部分との組合せを有し得る。

【 0 0 4 4 】

図 1 に戻ると、上記で指摘したように、織物配列体 1 2 が、2 つの織物層 2 2 から形成され、より詳細には、隣接する層の少繊維領域 3 8 と多繊維領域 3 6 とが互い違いに配置されているところが示されている。言い換えれば、下側の織物層 2 2 の各少繊維領域 3 8 が、上側の織物層 2 2 の多繊維領域 3 6 によって、積層された両層に対して実質的に直交する方向に、少なくとも部分的に重畳されている。これは、図 5 にも幾分概略的に示されており、そこでは、2 枚の例示的織物層 2 2 を、実線で描かれ示された「前面」織物層 2 2、および破線で描かれ示された「背面」織物層 2 2 として考えることができる。図示のように、織物層 2 2 は、図 5 に示された例示的配置では、各織物層 2 2 の少繊維領域 3 8 が他方の織物層の多繊維領域 3 6 によって少なくとも部分的に重畳される状態に配置されている。当然、図 5 の織物配列体 1 2 は、各少繊維領域 3 8 を 1 つまたは複数の多繊維領域 3 6 によって完全に重畳するなどのために、別様に互い違いになるさらに別の層 2 2 を有し得る。より詳細に下記に説明されるように、少繊維領域 3 8 を、部分的にであれ完全にであれいずれにしても、織物配列体 1 2 内の別の織物層 2 2 の多繊維領域 3 6 によって重畳すると、複合材構造体 1 0 に剪断強度をもたらすことができる。同様に、多繊維領域 3 6 は、それぞれの織物層 2 2 において、部分的にまたは完全に互いに重なり合いかつ / または重畳することができる。ただし、重畳は、全ての実施形態に要求されるわけではない。

【 0 0 4 5 】

図 1 および図 3 では、第 1 の樹脂 1 4 が、織物繊維 2 0 の近接離隔部分、すなわち、所定の距離以下の距離によって互いに離隔配置された部分を相互連結する。すなわち、第 1 の樹脂 1 4 は、図 3 に示された繊維内穴 3 0、および穴直径閾値以下の穴直径を有する繊維間穴 3 0 を含む小さい方の穴 3 2 を浸潤、充填する。第 1 の樹脂 1 4 の粘性および / もしくは他の特性、ならびに / または使用される複合材鑄造技法に応じて、第 1 の樹脂 1 4 は、図 1 に幾分概略的に示されるように、織物繊維 2 0 の外面を部分的に、ときには完全に被覆することができるが、ただし、これは全ての実施形態に要求されるわけではない。

第2の樹脂16は、所定の距離より大きい距離によって離隔配置されている繊維繊維20の諸部分、および/または第1の樹脂14の諸領域を相互連結する。すなわち、第2の樹脂16は、大きい方の穴34を浸潤し、実質的に充填する。この文脈で、「実質的に」は、第2の樹脂16が、第1の樹脂14では充填されていない大きい方の穴34の諸部分を充填することを示すのに使用され、たとえば、図1に示されるように、第1の樹脂14は、繊維繊維20を封じ込め、または被覆して、その繊維繊維20の外面に第1の樹脂14の薄層を生成することができ、それは、大きい方の穴34を部分的に「充填」と見做すことができる。ただし、一部の例では、第1の樹脂14が繊維繊維20を被覆しないこともあり、他の場合には、一部または全ての繊維繊維20の表面に層を生成する。したがって、用語「実質的に充填する」は、本明細書では、第2の樹脂16が、第1の樹脂14によって充填されずに残った穴30、またはその諸部分を充填することを示すのに使用される。

10

【0046】

全ての実施形態に対して要求されるわけではないが、図1に示される例示的实施形態では、第1の樹脂14は、第2の樹脂16より剛性が高い（あるいは、第2の樹脂16は第1の樹脂14より可撓性がある）。たとえば、第1の樹脂14は、約1 GPa、2 GPa、5 GPa、10 GPa、50 GPa、または100 GPaの少なくとも1つより大きい弾性率を有し得、他方、第2の樹脂16は、約1 GPa、0.5 GPa、0.2 GPa、0.1 GPa、0.05 GPa、または0.01 GPaの少なくとも1つより小さい弾性率を有し得る。高剛性の第1の樹脂14の適切な例は、それらに限定されないがエポキシ樹脂（たとえばMomentive Epikote（商標）828）、フェノール樹脂などを含む熱硬化性樹脂など、構造マトリックス樹脂として通常使用される複数の化合物の任意のものを含み得る。可撓性の第2の樹脂16の適切な例は、低硬度エラストマー（たとえば、約10、20、30、40、または50の少なくとも1つより低いショア硬度D値を有するエラストマー）、空孔率選択型発泡プラスチックなど、コンプライアンスおよび伸縮性を通常有する複数の化合物の任意のものを含み得る。第2の樹脂16として使用するのに適するシリコンエラストマーの2つの例は、Dow Corning（登録商標）3145およびDow Corning（登録商標）Xiameter（登録商標）RBL-2004-20である。

20

【0047】

したがって、図1に示された例示的複合材構造体10では、繊維配列体12の多繊維領域36は、第1の樹脂14によって硬くなり、比較的可撓性の第2の樹脂16によって相互連結される。その結果、複合材構造体10は中実な（すなわち、実質的に、または完全に非孔質な）複合材料になり、そこでは、相互連結された高剛性領域が、剪断強度などの機械的特性をもたらし、他方で、高剛性領域を相互連結する可撓性領域の性質によって、ある程度の可変形性が維持される。前述の組成を有する構造体は、上記の例示的構成および構成要素のみではなく、それに加えてまたはその代わりに、それらの変形形態を備え得、たとえば、それによって、特定の用途に好適になり得るような、所望の程度、タイプ、または範囲の剪断強度、可撓性、または1つまたは複数の他の機械的特性を達成する。たとえば、図1の複合材構造体10は、1つの第1の樹脂14と、1つの第2の樹脂16とを有するところが示されているが、これが全ての実施形態に要求されるわけではない。たとえば、一部の例示的実施形態は、たとえば、様々な機械的特性の強化領域を達成するために、様々な構造マトリックス樹脂など、2つ以上の異なる「第1の」樹脂を有し得、かつ/または、たとえば、その結果得られる複合材構造体に様々な可撓特性を付与するなどのために、様々なエラストマーなど、2つ以上の様々な「第2の」樹脂を有し得る。そのような変形形態は、本開示の範囲内にあると見做される。

30

40

【0048】

図6は、本開示により、複合材構造体（上記の複合材構造体10のような）を製造する方法100の説明のための非排他的例を表す流れ図を概略的に示す。図6では、一部のステップが破線の枠で示されており、その種のステップは、任意選択であり得、本開示によ

50

る方法 100 の任意選択版に対応し得ることを示している。とはいうものの、本開示による全ての方法 100 が、実線の枠で示されたステップを含むことを要求されるわけではない。本明細書の説明から理解されるように、方法 100 および図 6 に示されたステップは、限定的ではなく、図示のステップの数より多くのまたは少ないステップを有する方法、および / または図 6 に示されたのとは異なる順序で実施される方法を含めて、他の方法およびステップも本開示の範囲内にある。

【0049】

簡単に言えば、方法 100 は、110 で、織物繊維から 1 つまたは複数の層を形成することと、120 で、2 つ以上の層を相互に積層することとを任意選択で含み得る。方法 100 は、130 で、織物層と共に使用する第 1 の樹脂を選択することと、140 で、その中に形成された多数の穴をそれぞれが有する 1 つまたは複数の織物層において、第 1 の樹脂によって、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを選択的に充填することとを任意選択で含み得る。任意選択で、方法は、150 で、第 1 の樹脂を硬化することと、160 で、織物層と共に使用する第 2 の樹脂を選択することと、170 で、第 2 の樹脂と接着するために第 1 の樹脂を事前調製することとが続き得る。180 で、方法は、織物層（複数可）内に残っている穴を第 2 の樹脂によって実質的に充填することを含み得る。任意選択で、方法 100 は、190 で、第 2 の樹脂を硬化することと含み得る。

【0050】

110 で、1 つまたは複数の織物層を形成することは、より詳細に上記に説明された、たとえば図 2、4、および 5 のいずれかに示されたパターン化された構成、もしくは不規則な分布、またはそれらの様々な組合せなど、少繊維領域が散在する多繊維領域の所望の分布を有する織物層を形成するために、織物繊維を製織すること、または別様に、織物製造技法を採用することを含み得る。任意選択で、織物層（複数可）は、繊維間穴寸法に明確な差を有するように、かつ / または、小さい穴寸法と大きい穴との間に、上記の値のいずれかの、もしくは上記の範囲内の所望の穴直径比を有するように形成することができる。それに加えてまたはその代わりに、方法 100 は、所望の形状および / または特性のプリフォーム済み織物層を使用することも含み得る。

【0051】

上記で指摘したように、多繊維領域（小さい穴のみを有する領域）は、適切に高剛性の第 1 の樹脂によって浸潤することによって構造的に強化することができ、したがって、複合材構造体全体に亘って、少繊維（たとえば比較的 non 高剛性または非強化）領域を多繊維（たとえば高剛性に強化された）領域によって重畳すること、および / または高剛性 / 強化多繊維領域を重ね合わせることによって、材料の剪断強度に寄与することができる。したがって、120 で 2 つ以上の織物層を積層することは、織物層を相互に所望の態様で配置することを含み得る。たとえば、織物層は、図 1 または図 5 に示されるように、すなわち、積層織物層に対して直交する方向に、多繊維領域が部分的または完全に少繊維領域に重畳する状態で配置することができ、また任意選択で、多繊維領域が少なくとも部分的に互いに重畳または重ね合わさる状態で配置することができる。

【0052】

厚さが変化する織物層を使用するなどの一部の例では、織物層を積層することが、1 つの織物層の一部分（多繊維領域に対応し得る凸状領域など）を隣接する織物層の一部分（少繊維領域に対応し得る凹状領域など）内に少なくとも部分的に入れ子にすることを含み得る。図 5 では、たとえば、各織物層 22 の多繊維領域 36 は、そのような領域を相互連結する繊維より実質的に大きい厚さを有し得、したがって、層同士は、1 つの層 22 の多繊維領域 36 を隣接する積層層 22 の少繊維領域 38 内に少なくとも部分的に入れ子にするなどのように配置することができる。適切な織物幾何形状によって入れ子技法を使用すると、織物層間に機械的相互固定を生じることなどによって、その結果得られる複合材構造体の剪断強度に影響を及ぼすことができる。

【0053】

積層することの他の例が、方法 100 によって製造される複合材構造体の所望の剪断強

度、および／または他の特性を達成するために、実施され得る。

【 0 0 5 4 】

第 1 の樹脂による処理のために織物層（複数可）を積層しまたは別途事前調製することは、たとえば、1 つまたは複数の織物層を配置し保持することができる鋳型または他の型の使用、真空の適用または他の方法による所望の圧力の維持などを介して、標準的複合材鋳造技法によって実施することができる。

【 0 0 5 5 】

1 3 0 で、第 1 の樹脂を任意選択で選定することができる。織物層に剛性を付与する適切な樹脂には、任意の上記の構造マトリックス樹脂、またはそれらの組合せが含まれ得る。一部の方法 1 0 0 では、第 1 の樹脂は、織物層内の小さい方の穴のみを第 1 の樹脂によって選択的に充填することを達成するために、その樹脂によって浸潤される織物層の織物繊維に対するその樹脂の濡れ閾値に基づいて選択することができる。特定の樹脂の濡れ閾値は、使用される複合材鋳造技法、濡れが行われる条件、織物繊維の性質、樹脂の粘性、穴直径などのような因子に基づいて変化し得る。一部の用途では、濡れ閾値は、一連の既知の条件に対して、ルーカス - ウォッシュバーンの式を使用することによって推定することができる。たとえば、真空利用式樹脂複合材鋳造技法において、ルーカス - ウォッシュバーンの式に対する一漸近解（短時間極限に対応する）が、

$$D = \frac{4\eta L^2}{\gamma \cos \theta t} = \frac{\gamma \cos \theta}{P}$$

ただし、

D = 穴の直径
 η = 樹脂の粘性
 L = 毛管現象長さ
 γ = 表面張力
 θ = 濡れ角度
 t = 時間
 P = 圧力

になる。

【 0 0 5 6 】

したがって、1 3 0 で、第 1 の樹脂は、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを充填するべく第 1 の樹脂を制約するように想定されている織物繊維に関して、所定の濡れ閾値を有するように選択することができる。当然、1 3 0 で、他の予測技法を任意選択で採用することができる。

【 0 0 5 7 】

1 3 0 での適切な第 1 の樹脂の選択は、少なくとも部分的に、第 1 の樹脂が織物層に塗布される方式に基づいて行われる。たとえば、上記の予測技法は、液体状態の第 1 の樹脂に織物層を浸漬するなど、非選択的塗布を含む方法 1 0 0 に適し得る。1 4 0 で、第 1 の樹脂によって浸潤することが望まれる領域のみを第 1 の樹脂によって塗布することによるなど、第 1 の樹脂の選択的な適用を含む方法 1 0 0 は、1 3 0 で、たとえば、様々な織物繊維から、かつ／または様々な構成などで形成された織物層による実験を通して適切な第 1 の樹脂を同定するなど、任意選択で他の選択技法を用いることができる。

【 0 0 5 8 】

さらに他の例示的方法 1 0 0 は、1 つまたは複数のプリプレグ（エポキシ樹脂などの物質がすでにその中に存在する事前含浸済みの複合材織物）を使用することもできる。

【 0 0 5 9 】

1 4 0 で、織物層（複数可）の小さい穴を選択的に充填することは、たとえば、第 1 の樹脂を少繊維領域には塗布せずに、第 1 の樹脂を織物層の 1 つまたは複数の多繊維領域に選択的に塗布するなど、上記に指摘したように、第 1 の樹脂を織物層に選択的に塗布する

ことを含み得る。一部の方法では、第1の樹脂を選択的に塗布することは、織物層の諸領域をマスキングすることを含み得る。たとえば、マスキング技法によって、第1の樹脂が少繊維領域の穴を充填することまたは別様に浸潤することを防止するために、少繊維領域の少なくとも一部分を遮蔽することができ、マスキング技法は、化学的バリアとして機能するように適合された1つまたは複数のマスキング剤の使用などを含み得る。

【0060】

織物配列体を形成するために2つ以上の織物層および/またはプリプレグが積層される方法100では、140で、小さい穴を選択的に充填することは、たとえば、所定の距離（たとえば穴直径閾値）以下の距離で互いに離隔配置されている、隣接積層織物層の織物繊維間の空隙または隙間を充填することによって、2つ以上の積層された織物層を互いに少なくとも部分的に接着することを任意選択で含み得る。

10

【0061】

浸透プロセスは、樹脂および/または織物配列体に適合するように、織物配列体がある中に配置されている鑄型を真空バッグ内に配置し、ピールプライ、ウェットおよび/またはドライブリーザ/ブリーダ、離型剤などのような構成要素を使用することによるなど、標準的技法によって実施することができる。

【0062】

150では、第1の樹脂を、たとえば、オートクレーブ、UV照射などのような、樹脂に適した標準的硬化技法を用いることによって、任意選択で硬化することができる。

【0063】

20

方法100は、160で、第2の樹脂を選択することを任意選択で含み得る。第1の樹脂を選択するステップ130と幾分同様に、160で第2の樹脂を選択することは、その結果得られる複合材料、または、少なくとも第2の樹脂から構成される、その複合材料の諸部分に所望の特性を付与するために実施することができる。1つの例示的特性は、その結果得られる複合材料の可撓性の程度であり得る。任意選択的に、第2の樹脂は、160で、粘性、取り扱い易さ（たとえば予備硬化および/または硬化形態における）、伸縮性、軟度、第1の樹脂および/または織物繊維との反応性、硬化要件などの他の特性に基づいて選択することができ、それら特性の1つまたは複数は、その結果得られる複合材料が使用される用途に応じ得る。適切な第2の樹脂は、任意の上記エラストマー材料、またはそれらの組合せ物を含み得る。

30

【0064】

一部の方法100では、160での第2の樹脂の選択は、おそらく、たとえば樹脂が塗布される手順に起因して、130での第1の樹脂の選択に比較して、制約されない。言い換えれば、一部の複合材鑄造技法では、第1の樹脂は、織物層の穴分布内の小さい穴のみを選択的に充填するために選択される。しかし、第2の樹脂は、第1の樹脂によって充填されていない残りの空隙の全てに浸透しそれらを充填し、言い換えれば、残りの穴（すなわち、第1の樹脂によって充填されていない穴の部分）を実質的に充填する。したがって、そのような方法での第2の樹脂は、穴寸法に関する選択性を有する必要はない（それを有していることはあるが）。

【0065】

40

方法100は、170で、第2の樹脂と接着するために第1の樹脂を事前調製することをさらに含み得る。第1の樹脂が織物層に塗布され、次いで硬化される例示的方法100では、170で第1の樹脂を事前調製することは、第1の樹脂が塗布された含浸済みの織物層またはその少なくとも諸部分を相溶化剤によって処理することを含み得、それによって、2つの樹脂の化学的性質が、それらの境界面間で良好な接着を確実に生じるようになり、その後第2の樹脂の塗布が行われる。適切な相溶化剤は、化学的プライマ、接着剤、シーラントなどの形態であり得、第1および/または第2の樹脂（複数可）の組成（複数可）に基づいて選択することができる。第1の樹脂がエポキシ樹脂であり、またはそれを含み、第2の樹脂がシリコンエラストマーであり、またはそれを含む例では、例示的相溶化剤には、Dow Corning（登録商標）1200 OSプライマ、Cheml

50

ok (登録商標) 607 接着剤 (LORD Corporation が製造)、SP-270 プライマ (NuSil Technology Products, Inc. が製造) などが含まれる。

【0066】

任意選択で、相溶化剤が用いられる一部の例示的方法 100 では、適切であれば、同剤は、織物配列体にそれら樹脂を塗布する前に樹脂 (複数可) のどちらか (または両方) に混合することができる。

【0067】

170 で、第 1 の樹脂を、第 2 の樹脂に接着するために事前調製する他の方法は、第 1 の樹脂を相溶化剤によって事前調製することに加えてあるいはその代わりに、2 つの樹脂の化学的性質に適切であり得るようなステップを含み得る。例には、第 1 の樹脂の表面の機械的処理、照射、加熱などが含まれ得る。

【0068】

180 では、例示的方法 100 は、織物層内に残った穴を第 2 の樹脂によって実質的に充填することを含み得る。このステップは、第 2 の樹脂を、織物層の織物繊維および / または第 1 の樹脂に塗布することを含み得る (第 1 の樹脂を硬化しかつ / または相溶化剤によって事前調製した後などに)。上記に指摘したように、「実質的に」は、第 1 の樹脂が、それが塗布されている織物繊維を封じ込めまたは別様に被覆する方法などにおいて、第 1 の樹脂によって充填されていない残りの穴の諸部分を充填することを指す。

【0069】

一部の例示的方法 100 では、180 で、残りの穴を実質的に充填することは、第 2 の樹脂を第 1 の樹脂に接着すること、および / または第 2 の樹脂を少なくとも 1 つの織物層の織物繊維に接着することを任意選択で含み得る。

【0070】

例示的方法 100 では、一方または両方の樹脂を液体状態で、または別途、使用される樹脂および / または複合材鑄造技法に適切な状態で塗布することができる。液体状態では、噴霧、浸漬、鑄込みなど、標準的塗布技法を使用することができる。一部の樹脂は、紛体、細粒などの固体状態で塗布され得、次いで、それらは、織物配列体のそれぞれの部分を浸潤するために有効に融解され得る。一部の樹脂は、また、1 つまたは複数の織物層の繊維として、混合し、一体に混ぜることもできる。したがって、そのような繊維は、融解され、それぞれの部分で織物繊維を合体させることができる。

【0071】

190 で、例示的方法は、第 2 の樹脂を硬化することを任意選択で含み得る。

【0072】

上記で説明した例示的方法 100 のいくつかの変形形態が、可能であり、本開示の範囲内である。たとえば、第 1 の樹脂に関するステップ (たとえば、選択すること、穴を選択的に充填すること、硬化すること、処理すること) は、様々な剛性または機械的特性をもつ緒剛性領域、様々な織物繊維との化学的相溶化性、プロセス効率、コスト、環境問題などを達成するために、様々な構造マトリックス樹脂を順次または同時に使用するなど、2 つ以上の異なる「第 1 の」樹脂を伴い得る。非限定的一例では、2 つの「第 1 の」樹脂を使用することができ、1 つは、織物層の多繊維領域を強化するためであり、別の 1 つは、積層され強化された織物層を一体に少なくとも部分的に接着するためである。それに対応して、第 2 の樹脂に関するステップは、同様な理由 (機械的特性など) のために様々なエラストマーを順次または同時に使用するなど、2 つ以上の異なる「第 2 の」樹脂を伴い得る。別の非限定的例では、2 つの「第 2 の」樹脂を使用することができ、1 つは、接着され強化された織物配列体の残りの空隙を充填するためであり、別の 1 つは、多数の複合材構造体を一体に接着するなどのためである。

【0073】

一部の例示的实施形態 100 では、「第 1 の」および「第 2 の」の使用は、本開示による複合材構造体を形成するために使用されるそれぞれの樹脂を指すとき、それぞれの樹脂

が塗布される順序に関し得る（必須ではないが）。たとえば、一部の方法 100 では、高剛性構造樹脂が、繊維配列体の小さな穴を充填するために先ず選択的に塗布され、残りの（たとえば大きい）穴を充填する可撓性樹脂がそれに続く。シリコンのようなエラストマーが「第 2 の」樹脂として使用される方法のような、その種の方法では、「第 2 の」樹脂を最初に塗布すると、小さい穴の中へ可撓性樹脂が浸透する結果になり得、高剛性樹脂がその後塗布されると、多繊維領域の強化を阻害する。さらに、ある種のエラストマー樹脂の化学的性質は、150 で、第 1 の樹脂の硬化を許容し得ず（すなわち「有害であり」）、多重繊維層の強い接着および／または相互連結を阻害する。ただし、別の樹脂対では、前述の不適合性および／または障害を示さないこともあり、一部の方法では、樹脂の順次またはさらには同時導入も許容し得る。したがって、一部の例示的方法 100 および実施形態では、前述のように「第 1 の」および「第 2 の」を使用することによって（必ずしもではないが）樹脂のタイプを示し得る（たとえば、「第 1 の」は 1 つまたは複数の高剛性樹脂を指し得、他方、「第 2 の」は 1 つまたは複数の可撓性樹脂を指し得る）。任意選択で、用語「第 1 の」および「第 2 の」は、前述のように使用されるとき、2 つの異なる樹脂を示すように単純に機能することもある。

【0074】

本開示の複合材構造体（複合材構造体 10 など）の例示的用途は特に限定されない。構造体の組成が、可変形性を示すと同時に剪断強度をもたらし実施形態では、その種の複合材構造体は、輸送手段の設計に組み込むことができる。一例は、固定構造と制御面との間などの構造要素、準構造領域などを形成しまたは覆うために複合材構造体を使用することである。特に、航空機の航空構造体では、複合材構造体は、航空機外板またはその一部を形成し、またはそれらに組み込むことができる。

【0075】

図 7 は、飛行機 210 の形態での航空機 200 の主構造要素を示す概略透視図である。図 7 では、飛行機 210 が、主翼 212、胴体 214、垂直フィン 216、および水平安定板 218 などの様々な構造要素を備える。胴体 214 は、飛行機 210 の組立中などに胴体 214 の緒セクションが一体に接合される位置を示し得るような多数の接合部 220 を有するところがさらに示されている。その種の接合部 220 は、飛行中の潜在的渦誘導抗力の発生源になる。一部の実施形態では、本開示による複合材構造体 10 は、セクションが接合された後に複合材構造体 10 の層を張り付けるまたは形成するなどによって、胴体 214 のそれぞれのセクションの外板に組み込むことができる。たとえば、図 7 では、222 で概略的に示された複合材外板セクションを備えるところが破線によって図示され、それによって、セクション 222 が、接合部 220 の 1 つを覆う図示の領域を乗り越えて延在し得ることを示す。複合材外板セクション 222 は、本開示による 1 つまたは複数の複合材構造体（複合材構造体 10 のような）を組み込み、またはそれから形成することができる。

【0076】

図 8 は、飛行機の翼 300 の固定面および制御面を示す概略透視図である。図 8 では、翼 300 は、翼外板 302 と、翼外板 302 に可動的に取り付けられた外弦エルロン 308 および内弦エルロン 310 ならびに外弦フラップ 312 および内弦フラップ 314 を含む、後縁 306 に沿って配設された複数の制御面 304 とを備えるところが示されている。固定翼外板面 302 と様々な制御面 304 との間の領域 316 もまた、飛行中の渦誘導抗力の潜在的発生源になる。一部の実施形態では、本開示による複合材構造体（複合材構造体 10 のような）が、連続的翼外板 302 に組み込まれて翼 300 の主要、固定部分から制御面 304 へ延在し、それによって、ヒンジ構造、またはヒンジもしくは同様な構造がその中に配置されているチャンネルを覆うことができる。たとえば、図 8 では、318 で示された複合材外板セクションを備えるところが破線によって示され、それによって、セクション 318 が、翼の前縁 320 から領域 316 上を外縁フラップ 312 まで延在する図示の領域を覆って延在し得ることを示す。複合材外板セクション 318 は、本開示による 1 つまたは複数の複合材構造体（複合材構造体 10 のような）を組み込み、またはそれ

から形成することができる。

【0077】

本開示による発明の主題の説明のための非排他的かつ非網羅的例が、以下に列挙された段落に記載されている。

【0078】

A . 織物繊維から構成され、その中に形成された穴の分布を有する少なくとも1つの織物層の織物配列体であって、穴の分布が、個々の織物繊維内部の多数の繊維内穴および織物繊維間の多数の繊維間穴を有する、織物配列体と、

繊維内穴、および穴直径閾値以下の穴直径を有する繊維間穴を共に充填する第1の樹脂と、

10

第1の繊維に接着され、穴直径閾値より大きい穴直径を有する繊維間穴を実質的に充填する第2の樹脂と

を備える複合材構造体。

【0079】

A . 1 第1の樹脂が第2の樹脂より剛性が高い、段落Aに記載の複合材構造体。

【0080】

A . 2 第1の樹脂が2つ以上の樹脂を含む、段落AまたはA . 1に記載の複合材構造体。

【0081】

A . 3 第1の樹脂が、約1 GPa、2 GPa、5 GPa、10 GPa、50 GPa、または100 GPaの少なくとも1つより大きい弾性率を有する、段落A ~ A . 2のいずれかに記載の複合材構造体。

20

【0082】

A . 4 第2の樹脂が、第1の樹脂より可撓性である、段落A ~ A . 3のいずれかに記載の複合材構造体。

【0083】

A . 4 . 1 第2の樹脂が、約1 GPa、0 . 5 GPa、0 . 2 GPa、0 . 1 GPa、0 . 05 GPa、または0 . 01 GPaの少なくとも1つより小さい弾性率を有する、段落A ~ A . 4のいずれかに記載の複合材構造体。

【0084】

A . 5 第2の樹脂が2つ以上の樹脂を含む、段落A ~ A . 4のいずれかに記載の複合材構造体。

30

【0085】

A . 6 少なくとも1つの織物層が、繊維間穴の全てが、穴直径閾値以下の穴直径をその領域内では有する1つまたは複数の多繊維領域と、その領域内では、一部の繊維間穴が穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が穴直径閾値より大きい穴を有する1つまたは複数の少繊維領域とを備え、

1つまたは複数の多繊維領域に1つまたは複数の少繊維領域が散在している、段落A ~ A . 5のいずれかに記載の複合材構造体。

【0086】

A . 6 . 1 1つまたは複数の多繊維領域および1つまたは複数の少繊維領域が不規則に散在している、段落A . 6に記載の複合材構造体。

40

【0087】

A . 6 . 2 少なくとも1つの多繊維領域が、1つまたは複数の少繊維領域に取り囲まれている、段落A . 6またはA . 6 . 1に記載の複合材構造体。

【0088】

A . 6 . 3 少なくとも1つの少繊維領域が、1つまたは複数の多繊維領域に取り囲まれている、段落A . 6またはA . 6 . 1に記載の複合材構造体。

【0089】

A . 6 . 4 1つまたは複数の多繊維領域および1つまたは複数の少繊維領域がある

50

パターンで散在している、段落 A . 6 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 0 】

A . 6 . 4 . 1 少なくとも 1 つの多繊維領域が、1 つまたは複数の少繊維領域に取り囲まれている、段落 A . 6 . 4 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 1 】

A . 6 . 4 . 1 . 1 少なくとも 1 つの少繊維領域が、少なくとも 1 つの織物層全体に亘って連続しており、

多繊維領域が、少なくとも 1 つの織物層全体に亘って、規則的に離隔配置されている、段落 A . 6 . 4 . 1 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 2 】

A . 6 . 4 . 2 少なくとも 1 つの少繊維領域が、1 つまたは複数の多繊維領域に取り囲まれている、段落 A . 6 . 4 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 3 】

A . 6 . 4 . 2 . 1 少なくとも 1 つの多繊維領域が、織物層全体に亘って連続しており、

パターンが網目パターンである、段落 A . 6 . 4 . 2 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 4 】

A . 7 穴直径閾値以下の直径を有する繊維間穴の穴直径の、穴直径閾値より大きい直径を有する繊維間穴の穴直径に対する比が、約 1 : 2 ~ 1 : 1 0 0 の範囲にある、段落 A ~ A . 6 . 4 . 2 . 1 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 0 9 5 】

A . 7 . 1 比が、ほぼ 1 : 2、1 : 3、1 : 4、1 : 5、1 : 1 0、1 : 2 0、1 : 5 0、または 1 : 1 0 0 の 1 つである、段落 A . 7 に記載の複合材構造体。

【 0 0 9 6 】

A . 8 穴直径閾値が、約 0 . 0 1 mm ~ 5 . 0 mm の範囲にある、段落 A ~ A . 7 . 1 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 0 9 7 】

A . 9 穴直径閾値が、ほぼ 0 . 0 1 mm、0 . 0 2 mm、0 . 0 5 mm、0 . 1 mm、0 . 2 mm、0 . 5 mm、1 . 0 mm、2 . 0 mm、および 5 . 0 mm の 1 つである、段落 A ~ A . 8 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 0 9 8 】

A . 1 0 穴直径閾値が、少なくとも 1 つの織物層の織物繊維の、第 1 の樹脂による濡れ閾値に対応する、段落 A ~ A . 9 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 0 9 9 】

A . 1 1 第 2 の樹脂が、繊維内穴、または穴直径閾値以下の穴直径を有する繊維間穴を充填しない、段落 A ~ A . 1 0 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 0 】

A . 1 2 織物繊維が合成繊維である、段落 A ~ A . 1 1 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 1 】

A . 1 3 織物繊維には、ポリエステル、ポリウレタン、およびポリエチレンの 1 つまたは複数が含まれる、段落 A ~ A . 1 2 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 2 】

A . 1 4 第 1 の樹脂が織物繊維に接着される、段落 A ~ A . 1 3 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 3 】

A . 1 5 第 1 の樹脂が熱硬化性樹脂を含み、かつ / または、第 2 の樹脂がエラストマーを含む、段落 A ~ A . 1 4 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 4 】

10

20

30

40

50

A . 1 5 . 1 第 1 の樹脂が、約 1 G P a、2 G P a、5 G P a、1 0 G P a、5 0 G P a、または 1 0 0 G P a の少なくとも 1 つより大きい弾性率を有する熱硬化性樹脂を含み、かつ / または、第 2 の樹脂が、約 1 0、2 0、3 0、4 0、または 5 0 の少なくとも 1 つより小さいショア硬度 D 値を有するエラストマーを含む、段落 A . 1 5 に記載の複合材構造体。

【 0 1 0 5 】

A . 1 5 . 2 第 1 の樹脂がエポキシ樹脂を含み、かつ / または、第 2 の樹脂がシリコンを含む、段落 A . 1 5 または A . 1 5 . 1 に記載の複合材構造体。

【 0 1 0 6 】

A . 1 6 複合材構造体の中実である、段落 A ~ A . 1 5 . 2 のいずれかに記載の複合材構造体。

10

【 0 1 0 7 】

A . 1 7 織物配列体が、2 つ以上の積層織物層を備える、段落 A ~ A . 1 6 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 0 8 】

A . 1 7 . 1 積層織物層が、第 1 の樹脂および第 2 の樹脂によって互いに接着される、段落 A . 1 7 に記載の複合材構造体。

【 0 1 0 9 】

A . 1 7 . 2 隣接する積層織物層の織物繊維間の繊維間穴の少なくとも一部が、穴直径閾値以下の穴直径を有する、段落 A . 1 7 に記載の複合材構造体。

20

【 0 1 1 0 】

A . 1 7 . 3 少なくとも 2 つの積層織物層が同様な構成である、段落 A . 1 7 ~ A . 1 7 . 2 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 1 1 】

A . 1 7 . 4 少なくとも 2 つの積層織物層が異なった構成である、段落 A . 1 7 ~ A . 1 7 . 3 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 1 2 】

A . 1 7 . 5 各織物層が、1 つまたは複数の少繊維領域が散在する 1 つまたは複数の多繊維領域を備え、

少なくとも 1 つの織物層の少なくとも 1 つの多繊維領域が、少なくとも 1 つの他の織物層の 1 つまたは複数の少繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に重畳されている、

30

段落 A . 1 7 ~ A . 1 7 . 4 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 1 3 】

A . 1 7 . 5 . 1 少なくとも 1 つの織物層の各少繊維領域が、少なくとも 1 つの他の織物層の 1 つまたは複数の多繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に少なくとも部分的に（任意選択で完全に）重畳されている、段落 A . 1 7 . 5 に記載の複合材構造体。

【 0 1 1 4 】

A . 1 7 . 5 . 2 少なくとも 1 つの織物層の 1 つまたは複数の多繊維領域が、少なくとも 1 つの他の織物層の 1 つまたは複数の多繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に少なくとも部分的に重畳されている、段落 A . 1 7 . 5 または A . 1 7 . 5 . 1 に記載の複合材構造体。

40

【 0 1 1 5 】

A . 1 8 複合材構造体が可撓性である、段落 A ~ A . 1 7 . 5 . 2 のいずれかに記載の複合材構造体。

【 0 1 1 6 】

B 織物繊維と、第 1 の樹脂と、第 2 の樹脂とから形成された織物配列体を備える複合材構造体であって、

第 1 の樹脂が、所定の距離以下の距離で互いに離隔している織物繊維の諸部分を相互連

50

結し、

第2の樹脂が、所定の距離より大きい距離で互いに離隔している織物繊維の諸部分を相互連結する、
複合材構造体。

【0117】

B . 1 第2の樹脂が、所定の距離より大きい距離で互いに離隔している第1の樹脂の諸部分を相互連結する、段落Bに記載の複合材構造体。

【0118】

B . 1 . 1 複合材構造体の中実である、段落BまたはB . 1のいずれかに記載の複合材構造体。

【0119】

B . 2 少なくとも一部の織物繊維が、前記織物繊維内部に繊維内空間を有し、
繊維内空間が第1の樹脂によって充填される、
段落B ~ B . 1 . 1のいずれかに記載の複合材構造体。

【0120】

B . 3 織物繊維が、第1の樹脂によって少なくとも部分的に被覆されている、段落B ~ B . 2のいずれかに記載の複合材構造体。

【0121】

B . 4 織物配列体が、1つまたは複数の少繊維領域が散在する1つまたは複数の多繊維領域を有する少なくとも1つの織物層を備え、多繊維領域内では、全ての織物繊維が、
所定の距離以下の距離によって互いに離隔しており、少繊維領域内では、織物繊維が、
所定の距離以下の距離によって互いに離隔配置されている1つまたは複数の部分と、所定の距離より大きい距離によって互いに離隔配置されている1つまたは複数の部分とを有する、
段落B ~ B . 3のいずれかに記載の複合材構造体。

【0122】

B . 4 . 1 多繊維領域が、第1の樹脂によって相互連結された織物繊維のみを含む、
段落B . 4に記載の複合材構造体。

【0123】

B . 4 . 2 多繊維領域が、少繊維領域に比較して高い剛性を有する、段落B . 4またはB . 4 . 1のいずれかに記載の複合材構造体。

【0124】

B . 4 . 3 織物配列体が、1つまたは複数の少繊維領域が散在する1つまたは複数の多繊維領域をそれぞれが有する2つ以上の積層織物層を備える、段落B . 4 ~ B . 4 . 2のいずれかに記載の複合材構造体。

【0125】

B . 4 . 3 . 1 少なくとも1つの織物層の少なくとも1つの少繊維領域が、少なくとも1つの他の織物層の1つまたは複数の多繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に重畳されている（任意選択で完全に重畳されている）、段落B . 4 . 3に記載の複合材構造体。

【0126】

B . 5 第1の樹脂が、第2の樹脂に比較して高い剛性を有する、段落B ~ B . 4 . 3 . 1のいずれかに記載の複合材構造体。

【0127】

B . 6 複合材構造体が可撓性である、段落B ~ B . 5のいずれかに記載の複合材構造体。

【0128】

B . 7 段落A ~ A . 12およびB ~ B . 6のいずれかに記載の複合材構造体から形成された輸送手段の構造的な外部もしくは内部要素、またはそれらの部品もしくは一部分。

【0129】

B . 7 . 1 輸送手段が航空構造体である、段落B . 7に記載の構造的な外部または内部

10

20

30

40

50

要素。

【0130】

B . 7 . 2 輸送手段が、飛行機、宇宙船、ミサイル、およびヘリコプタである、段落 B . 7 または B . 7 . 1 に記載の構造的外部または内部要素。

【0131】

B . 7 . 3 段落 B . 7 ~ B . 7 . 2 のいずれかに記載の少なくとも1つの構造的外部もしくは内部要素、またはそれらの部品もしくは一部分を備える輸送手段。

【0132】

B . 7 . 3 . 1 輸送手段が航空構造体である、段落 B . 7 . 3 に記載の輸送手段。

【0133】

B . 7 . 4 段落 B . 7 ~ B . 7 . 3 . 1 のいずれかに記載の輸送手段、および / あるいは少なくとも1つの構造的外部もしくは内部要素、またはそれらの部品もしくは一部分を製造する方法。

【0134】

B . 8 輸送手段の構造的外部もしくは内部要素、またはそれらの部品もしくは一部分における段落 A ~ A . 12 および B ~ B . 6 のいずれかに記載の複合材構造体の使用。

【0135】

B . 9 段落 A ~ A . 12 および B ~ B . 6 のいずれかに記載の複合材構造体を製造する方法。

【0136】

B . 9 . 1 段落 C ~ C . 6 のいずれかに提示されるステップのいずれかを含む段落 B . 9 に記載の方法。

【0137】

C 複合材構造体を製造する方法であって、
その中に形成された多数の穴を有する織物層において、第1の樹脂によって、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを選択的に充填することと、
織物層内に残っている穴を第2の樹脂によって実質的に充填することとを含む方法。

【0138】

C . 1 織物層が織物繊維から形成され、
織物の少なくとも一部の数の穴が、織物繊維間の繊維間穴であり、
選択的に充填することが、穴直径閾値以下の直径を有する繊維間穴を充填することを含む、
段落 C に記載の方法。

【0139】

C . 2 織物繊維から織物層を形成すること
をさらに含む、段落 C または C . 1 に記載の方法。

【0140】

C . 2 . 1 織物層を形成することが、選択的に充填することに先立って実行される、段落 C . 2 に記載の方法。

【0141】

C . 2 . 2 織物層を形成することが、織物繊維を製織することを含む、段落 C . 2 または C . 2 . 1 に記載の方法。

【0142】

C . 2 . 3 織物層を形成することが、穴直径閾値以下の直径を有する繊維間穴の穴直径の、穴直径閾値より大きい直径を有する繊維間穴の穴直径に対する比が、約 1 : 2 ~ 1 : 100 の範囲内になるように、織物層内に穴を形成することを含む、段落 C . 2 ~ C . 2 . 2 のいずれかに記載の方法。

【0143】

C . 2 . 4 織物層を形成することが、穴直径閾値以下の直径を有する繊維間穴の穴

10

20

30

40

50

直径の、穴直径閾値より大きい直径を有する繊維間穴の穴直径に対する比が、約 1 : 2、1 : 3、1 : 4、1 : 5、1 : 10、1 : 20、1 : 50、または 1 : 100 の 1 つになるように、織物層内に穴を形成することを含む、段落 C . 2 ~ C . 2 . 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 4 4 】

C . 2 . 5 織物層を形成することが、1 つまたは複数の多繊維領域に 1 つまたは複数の少繊維領域を散在させることを含み、多繊維領域内では、全ての穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、少繊維領域内では、一部の穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が、穴直径閾値より大きい穴直径を有する、段落 C . 2 ~ C . 2 . 4 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 1 4 5 】

C . 2 . 5 . 1 散在させることが、不規則に散在させることをさらに含む、段落 C . 2 . 5 に記載の方法。

【 0 1 4 6 】

C . 2 . 5 . 2 散在させることが、あるパターンで散在させることをさらに含む、段落 C . 2 . 5 に記載の方法。

【 0 1 4 7 】

C . 2 . 5 . 2 . 1 散在させることが、少なくとも 1 つの多繊維領域を 1 つまたは複数の少繊維領域によって取り囲むことをさらに含む、段落 C . 2 . 5 . 1 または C . 2 . 5 . 2 に記載の方法。

20

【 0 1 4 8 】

C . 2 . 5 . 2 . 1 . 1 少なくとも 1 つの少繊維領域が、織物層全体に亘って連続しており、

多繊維領域が、少なくとも 1 つの連続的少繊維領域の全体に亘って、規則的離隔配置パターンで散在している、
段落 C . 2 . 5 . 2 . 1 に記載の方法。

【 0 1 4 9 】

C . 2 . 5 . 2 . 2 散在させることが、少なくとも 1 つの少繊維領域を 1 つまたは複数の多繊維領域によって取り囲むことをさらに含む、段落 C . 2 . 5 . 1 または C . 2 . 5 . 2 に記載の方法。

30

【 0 1 5 0 】

C . 2 . 5 . 2 . 2 . 1 少なくとも 1 つの多繊維領域が、織物層全体に亘って連続しており、

少繊維領域が、少なくとも 1 つの連続的少繊維領域全体に亘って網目パターンで散在している、
段落 C . 2 . 5 . 2 . 2 に記載の方法。

【 0 1 5 1 】

C . 3 2 つ以上の織物層を積層することをさらに含む、段落 C ~ C . 2 . 5 . 2 . 2 . 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 5 2 】

C . 3 . 1 積層することが、選択的に充填することに先立って実行される、段落 C . 3 に記載の方法。

40

【 0 1 5 3 】

C . 3 . 1 . 1 選択的に充填することが、2 つ以上の積層織物層において行われる、段落 C . 3 . 1 に記載の方法。

【 0 1 5 4 】

C . 3 . 1 . 2 選択的に充填することが、2 つ以上の積層織物層を互いに少なくとも部分的に接着することを含む、段落 C . 3 . 1 または C . 3 . 1 . 1 に記載の方法。

【 0 1 5 5 】

C . 3 . 1 . 3 積層することが鋳型内で行われる、段落 C . 3 . 1 ~ C . 3 . 1 . 2

50

のいずれかに記載の方法。

【0156】

C. 3. 2 少なくとも1つの織物層が、1つまたは複数の多繊維領域と、1つまたは複数の少繊維領域とを有し、多繊維領域内では、全ての穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、少繊維領域内では、一部の穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が、穴直径閾値より大きい穴直径を有し、

積層することが、少なくとも1つの織物層の少なくとも1つの少繊維領域が、少なくとも1つの他の織物層の1つまたは複数の多繊維領域によって、それら層に実質的に直交する方向に重畳される（任意選択で完全に重畳される）ように、織物層を互いに配置することを含む、

10

段落C. 3. 1 ~ C. 3. 1. 3のいずれかに記載の方法。

【0157】

C. 3. 2. 1 積層することが、少なくとも1つの織物層の少なくとも1つの多繊維領域が、少なくとも1つの他の織物層の1つまたは複数の多繊維領域に、それら層に実質的に直交する方向に少なくとも部分的に重畳するように、織物層を互いに配置することを含む、段落C. 3. 1 ~ C. 3. 2のいずれかに記載の方法。

【0158】

C. 3. 3 第1の織物層の少なくとも1つの表面が凹状領域を有し、第2の織物層の少なくとも1つの表面が凸状領域を有し、

積層することが、第1の織物層の凸状領域を第2の織物層の凹状領域内に少なくとも部分的に入れ子にすることを含む、

20

段落C. 3. 1 ~ C. 3. 2. 1のいずれかに記載の方法。

【0159】

C. 3. 3. 1 凸状領域が少繊維領域の少なくとも一部分を含み、凹状領域が多繊維領域の少なくとも一部分を含む、段落C. 3. 3に記載の方法。

【0160】

C. 3. 4 実質的に充填することが、少なくとも2つの積層織物層を互いに少なくとも部分的に接着することを含む、段落C. 3 ~ C. 3. 3. 1のいずれかに記載の方法。

【0161】

C. 4 選択的に充填することおよび実質的に充填することの片方または両方が、それぞれの樹脂を液体状態で織物層に塗布することを含む、段落C ~ C. 3. 4のいずれかに記載の方法。

30

【0162】

C. 4. 1 選択的に充填することが、第1の樹脂を織物層に非選択的に塗布することを含む、段落C. 4に記載の方法。

【0163】

C. 4. 1. 1 非選択的に塗布することが、浸漬することを含む、段落C. 4. 1に記載の方法。

【0164】

C. 4. 2 第1の樹脂が、穴直径閾値以下の穴直径を有する穴のみを充填するべく第1の樹脂を制約するように想定されている織物層の織物繊維に関して、所定の濡れ閾値を有する、段落C. 4 ~ C. 4. 1. 1のいずれかに記載の方法。

40

【0165】

C. 4. 2. 1 織物層の織物繊維に関する第1の樹脂の所定の濡れ閾値に基づいて第1の樹脂を選択すること

をさらに含む、段落C. 4. 2に記載の方法。

【0166】

C. 4. 3 選択的に充填することが、第1の樹脂を織物層に選択的に塗布することを含む、段落C. 4に記載の方法。

【0167】

50

C . 4 . 3 . 1 織物層が、1つまたは複数の少繊維領域が散在する1つまたは複数の多繊維領域を有し、多繊維領域内では、全ての穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、少繊維領域では、一部の穴が、穴直径閾値以下の穴直径を有し、一部が穴直径閾値より大きい穴直径を有し、

選択的に塗布することが、第1の樹脂を多繊維領域に塗布することであって、少繊維領域の少なくとも一部に第1の樹脂を塗布しないことを含む、段落C . 4 . 3に記載の方法。

【0168】

C . 4 . 3 . 1 . 1 選択的に塗布することが、織物層の少繊維領域の少なくとも一部をマスキングすることを含む、段落C . 4 . 3に記載の方法。

10

【0169】

C . 5 第1の樹脂を硬化することをさらに含む、段落C ~ C . 4 . 3 . 1 . 1のいずれかに記載の方法。

【0170】

C . 5 . 1 硬化することが、実質的に充填することに先立って行われる、段落C . 5に記載の方法。

【0171】

C . 6 第2の樹脂と接着するために第1の樹脂を事前調製することをさらに含む、段落C ~ C . 5 . 1のいずれかに記載の方法。

20

【0172】

C . 6 . 1 事前調製することが、実質的に充填することに先立って行われる、段落C . 6に記載の方法。

【0173】

C . 6 . 2 事前調製することが、第1の樹脂を相溶化剤によって処理することを含む、段落C . 6またはC . 6 . 1に記載の方法。

【0174】

C . 6 . 2 . 1 処理することが、第1の樹脂によって穴を選択的に充填することに先立って、相溶化剤を第1の樹脂と混合することを含む、段落C . 6 . 2に記載の方法。

【0175】

C . 6 . 2 . 2 処理することが、相溶化剤を第1の樹脂に塗布することを含む、段落C . 6 . 2に記載の方法。

30

【0176】

C . 6 . 2 . 2 . 1 第1の樹脂を硬化することをさらに含む、

処理することが、硬化することの後に行われ、相溶化剤を硬化済みの第1の樹脂に塗布することを含む、

段落C . 6 . 2 . 2に記載の方法。

【0177】

C . 6 . 2 . 2 . 1 . 1 実質的に充填することが、織物層および硬化済みの第1の樹脂に第2の樹脂を塗布することを含む、

40

処理することが、第2の樹脂の塗布に先立って、相溶化剤を第2の樹脂と混合することを含む、

段落C . 6 . 2 . 2 . 1に記載の方法。

【0178】

C . 7 実質的に充填することが、第2の樹脂を第1の樹脂に接着することを含む、段落C ~ C . 6 . 2 . 2 . 1 . 1のいずれかに記載の方法。

【0179】

本明細書に使用される用語「選択的」および「選択的に」は、装置の1つまたは複数の構成要素または特徴の作用、運動、構成、または他の活動を修飾するとき、その特定の作用、運動、構成、または他の活動が、その装置のある態様、または1つまたは複数の構成

50

要素を使用者が操作することの直接または間接の結果であることを意味する。

【 0 1 8 0 】

本明細書に使用される用語「適合される」および「構成される」は、要素、構成要素、または他の主題が、所与の機能を果たすように設計され、かつ／または意図されていることを意味する。したがって、用語「適合される」および「構成される」の使用は、所与の要素、構成要素、または他の主題が、単純に所与の機能を果たすことが「可能である」ことを意味すると解釈すべきではなく、要素、構成要素、および／または他の主題が、所与の機能を果たすために固有に選択され、創出され、実施され、使用され、プログラムされ、かつ／または設計されていることを意味すると解釈すべきである。特定の機能を果たすように適合されているとして提示された要素、構成要素、および／または他の提示主題は、それに加えてあるいはその代わりに、その機能を果たすように構成されているとして記述することができ、またその逆も同様であることは、やはり本開示の範囲内である。

10

【 0 1 8 1 】

本明細書に開示されている、装置の様々な開示要素、および方法の様々な開示ステップは、本開示による装置および方法の全てに対して必須ではなく、また、本開示は、本明細書に開示された様々な要素およびステップの全ての新規かつ非明示的組合せおよび副次的組合せを含む。さらに、本明細書に開示された1つまたは複数の様々な要素およびステップは、開示された装置または方法全体とは別のそれから離れた独立の発明主題を定義することができる。したがって、そのような発明主題は、本明細書に明示的に開示されている特定の装置および方法に関連する必要はなく、そのような発明主題は、本明細書に明示的に開示されていない装置および／または方法に効用を見出すことができる。

20

【符号の説明】

【 0 1 8 2 】

1 0 複合材構造体

1 2 織物配列体

1 4 第1の樹脂

1 6 第2の樹脂

2 0 織物繊維

2 2 織物層

2 4 縦系繊維

2 6 横系繊維

3 0 穴

3 2 小さい穴

3 4 大きい穴

3 6 多繊維領域

3 8 少繊維領域

1 0 0 方法

2 0 0 航空機

2 1 0 飛行機

2 1 2 主翼

2 1 4 胴体

2 1 6 垂直フィン

2 1 8 水平安定板

2 2 0 接合部

2 2 2 複合材外板セクション

3 0 0 翼

3 0 2 翼外板

3 0 4 制御面

3 0 6 後縁

3 0 8 外弦エルロン

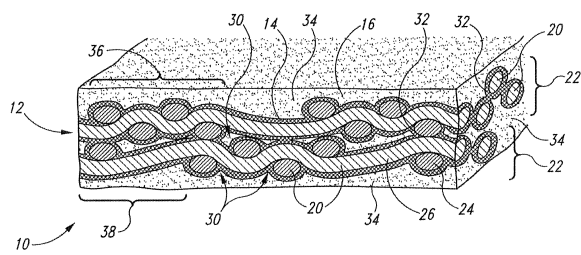
30

40

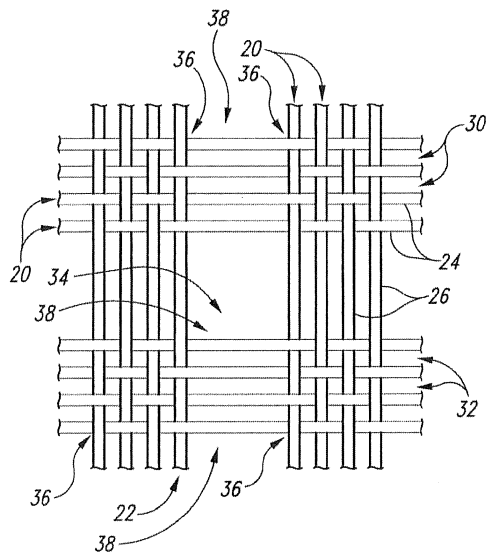
50

- 3 1 0 内弦エルロン
- 3 1 2 外弦フラップ
- 3 1 4 内弦フラップ
- 3 1 6 固定翼外板面と制御面との間の領域
- 3 1 8 複合材外板セクション
- 3 2 0 前縁

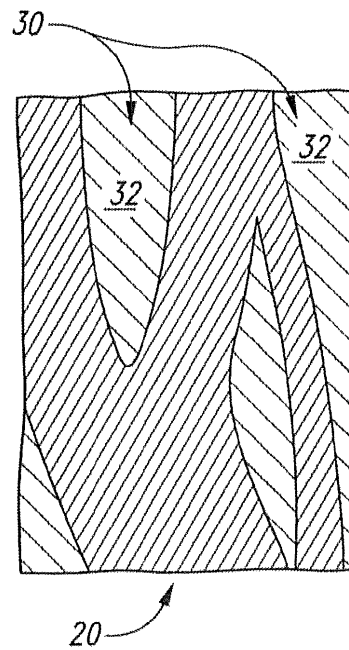
【図 1】



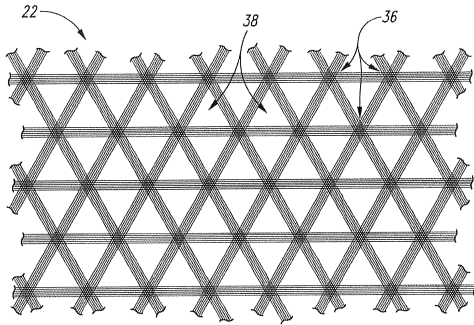
【図 2】



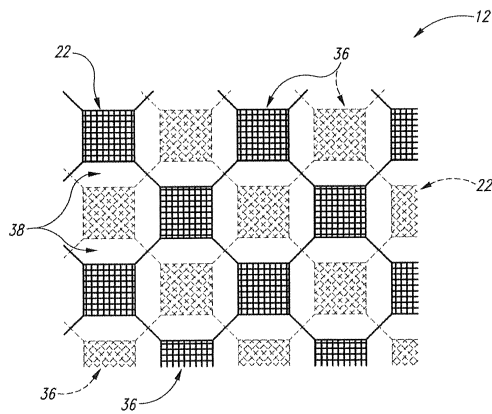
【図 3】



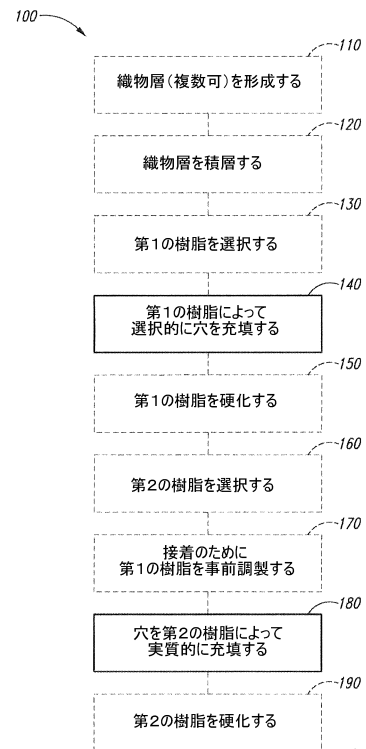
【図 4】



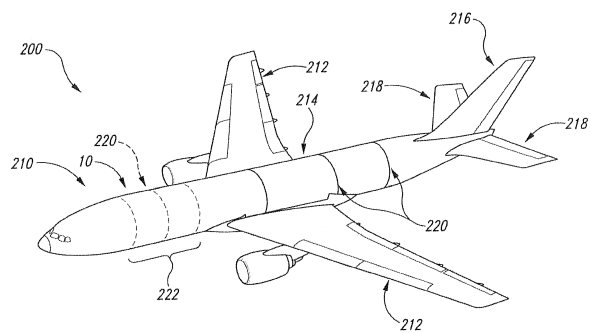
【図 5】



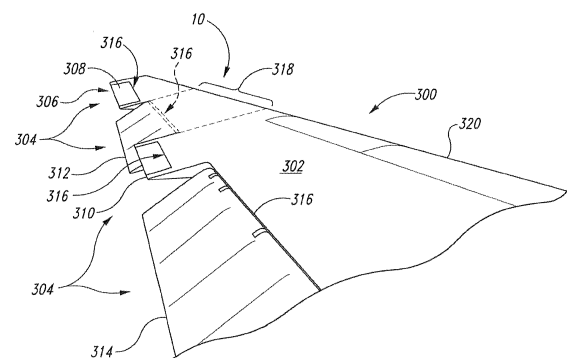
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 加賀 直人

- (56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 8 2 1 1 7 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 7 0 5 5 4 (U S , A 1)
登録実用新案第 3 1 2 5 4 1 1 (J P , U)
特開 2 0 1 0 - 1 2 6 6 8 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 4 9 9 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 7 9 0 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 4 8 7 4 9 (J P , A)
米国特許第 0 5 3 6 0 6 6 9 (U S , A)
特開 2 0 1 0 - 2 6 0 8 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 0 8 J	5 / 0 4
B 6 4 C	1 / 0 0
B 6 4 C	1 / 1 2
C 0 8 J	5 / 2 4