

(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2019-22996
(P2019-22996A)

(43) 公開日 平成31年2月14日(2019.2.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 70/68 (2006.01)	B 2 9 C 70/68	4 F 1 0 0
B 3 2 B 5/28 (2006.01)	B 3 2 B 5/28	Z 4 F 2 0 5
B 2 9 L 9/00 (2006.01)	B 2 9 L 9:00	

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2018-210200 (P2018-210200)
 (22) 出願日 平成30年11月8日 (2018.11.8)
 (62) 分割の表示 特願2017-516260 (P2017-516260)
 の分割
 原出願日 平成27年6月3日 (2015.6.3)
 (31) 優先権主張番号 62/007,614
 (32) 優先日 平成26年6月4日 (2014.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/007,632
 (32) 優先日 平成26年6月4日 (2014.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/007,652
 (32) 優先日 平成26年6月4日 (2014.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516363053
 ブライト ライト ストラクチャーズ エ
 ルエルシー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア サンフ
 ランシスコ サウス パーク ストリート
 90
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 ドッドワース アントニー
 イギリス リンカンシャー スタンフォ
 ード タリントン ミル レーン アイビー
 コテージ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー吸収を示し、かつ／または欠陥が存在しない表面を含む複合材構造

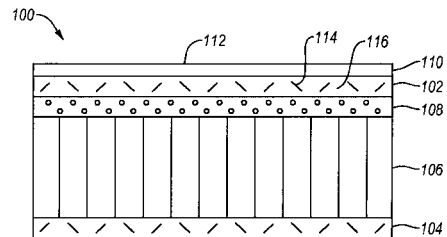
(57) 【要約】

【課題】本明細書に記載の実施形態は、相対的に曲げ剛性を有することができ、かつ相対的に軽い重量を有することができる複合材構造または複合材サンドイッチに関する。加えてこの複合材サンドイッチの使用および製作の関連方法に関する。

【解決手段】例えば、複合材サンドイッチは、2つの複合材スキン間に挟まれたコア構造を含むことができる。

。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む複合材スキンと、
1つ以上のポリマ材料を含み、前記複合材スキンに結合し、欠陥が実質的に存在しない外側表面を含む、固体かつ実質的にモノリシクな外側層と、
を含むことを特徴とする、多層複合材スキン。

【請求項 2】

ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む第 1 の複合材スキンと、
ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む第 2 の複合材スキンと、
前記第 1 および第 2 の複合材スキンの間に位置付けられ結合したコアと、
を含む複合材サンドイッチであって、
前記第 1 の複合材スキンまたは前記第 2 の複合材スキンのうち少なくとも 1 つが、請求項 1 に記載の多層複合材スキンであることを特徴とする、複合材サンドイッチ。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の複合材サンドイッチであって、前記コアが、複数のセルであって各々が熱可塑性材料または熱硬化材料のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の複合材サンドイッチであって、前記コアが、共に結合した複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

20

【請求項 5】

請求項 2 に記載の複合材サンドイッチであって、前記コアが、複数のセルであって各々がカードボード、紙、または発泡体のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 6】

請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、前記第 1 の複合材スキンおよび前記コアの間に位置付けられ、かつ前記第 1 の複合材スキンを前記コアに結合させる発泡体をさらに含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 7】

請求項 2 から 6 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、前記第 1 の複合材スキンまたは前記第 2 の複合材スキンのうち 1 つ以上が、3次元構成を有することを特徴とする、複合材サンドイッチ。

30

【請求項 8】

請求項 2 から 7 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、前記外側表面が、平面状部分および非平面状部分のうち 1 つ以上を含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 9】

請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、第 3 の複合材スキンであって、ポリマトリックスに埋設された複数の補強繊維と、前記第 3 の複合材スキンおよび第 2 の複合材スキンの間に位置付けられ結合した別のコアとを含む、第 3 の複合材スキンをさらに含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の複合材サンドイッチであって、前記別のコアが、前記コアより高い降伏強さを有することを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の複合材サンドイッチであって、前記別のコアが、中の複数のセルを画定するポリマ材料を含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 12】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、前記別のコアが、共に結合した複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、複合材サンドイッチ。

50

【請求項 13】

請求項 9 から 12 のいずれか 1 項に記載の複合材サンドイッチであって、前記コアが、前記別のコアより多くのエネルギーを吸収するように構成されることを特徴とする、複合材サンドイッチ。

【請求項 14】

熱可塑性材料または熱硬化材料のうち 1 つ以上の複数の粒体を含む粉体を、第 1 の成型型部分の成型表面上に位置付けるステップと、

樹脂含浸繊維シートを前記粉体上に位置付けるステップと、

前記粉体を前記樹脂含浸繊維シートと共に圧縮成型型の中で圧縮および加熱するステップであって、それにより前記複数の粒体を共に結合して欠陥が実質的に存在しない外側表面を有する実質的に固体かつモノリシックな外側層を形成するステップと、

を含むことを特徴とする、製法。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法であって、前記第 1 の成型型部分および第 2 の成型型部分が、成型型キャビティを画定し、前記粉体および前記樹脂含浸繊維シートが、前記成型型キャビティの中に位置付けられ、かつ前記樹脂含浸繊維シートから気体を除去することが、前記成型型キャビティから気体を除去することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 16】

請求項 14 から 15 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記樹脂含浸繊維シートから気体を除去することをさらに含むことを特徴とする、方法。

20

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法であって、前記樹脂含浸繊維シートから気体を除去することが、前記成型型キャビティから気体を除去することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、前記成型型キャビティから気体を除去することが、前記成型型キャビティを真空処理することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 19】

請求項 14 から 18 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記成型表面が前記粉粒体の少なくとも一部を静電的に誘引するようにして前記成型表面を帯電させることをさらに含むことを特徴とする、方法。

30

【請求項 20】

請求項 14 から 19 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体が、前記樹脂含浸繊維シートの中の前記樹脂より高いガラス転移温度を有することを特徴とする、方法。

【請求項 21】

請求項 14 から 20 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記樹脂含浸繊維シートを圧縮および加熱するステップが、前記樹脂を硬化して、埋設された繊維を有する前記樹脂のマトリックスであって外側層に結合し多層複合材スキンを共に形成する前記樹脂のマトリックスを形成することを特徴とする、方法。

【請求項 22】

請求項 14 から 21 のいずれか 1 項に記載の方法であって、部分的スタックアセンブリであって多層複合材スキン上に位置付けられたコアブランクと前記コアブランクに接し樹脂に含浸させた別の繊維シートとを含む部分的スタックアセンブリを前記多層複合材スキン上に位置付けることをさらに含むことを特徴とする、方法。

40

【請求項 23】

請求項 22 に記載の方法であって、前記部分的スタックアセンブリを前記多層複合材スキンと共に圧縮および加熱して複合材サンドイッチを形成することをさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項 24】

請求項 23 に記載の方法であって、前記複合材サンドイッチの前記外側層が、欠陥が実質的に存在しないその外側表面を形成することを特徴とする、方法。

50

【請求項 25】

請求項 14 から 24 のいずれか 1 項に記載の方法であって、粉体を第 1 の成形部分の成形表面上に位置付けるステップが前記粉体を吹き付けることを含むことをさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項 26】

請求項 22 から 25 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記部分的スタックアセンブリが、樹脂に含浸させた 1 つ以上の他の繊維シートにより互いに隔離された複数のコアを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の方法であって、前記複数のコアのうち少なくとも 1 つが、第 1 の降伏強さを有し、前記複数のコアのうち少なくとももう 1 つが、前記第 1 の降伏強さより大きい第 2 の降伏強さを有することを特徴とする、方法。

10

【請求項 28】

請求項 22 から 25 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記コアが、複数のセルであって各々が熱可塑性材料または熱硬化材料のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の方法であって、前記コアが、共に結合した複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、方法。

【請求項 30】

請求項 22 から 25 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記コアが、複数のセルであって各々がカードボード、紙、または発泡体のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、方法。

20

【請求項 31】

請求項 14 から 15 のいずれか 1 項に記載の方法であって、
コアを前記樹脂含浸繊維シート上に位置付けるステップであって、前記コアの第 1 の側面が前記含浸繊維シートに接するステップと、
別の樹脂含浸繊維シートを前記コアの第 2 の側面上に位置付けるステップと、
前記粉体、前記圧縮成型型の中の前記樹脂含浸繊維シート、前記コア、および前記別の樹脂含浸繊維シートを共に圧縮し加熱するステップと、
をさらに含むことを特徴とする、方法。

30

【請求項 32】

請求項 31 に記載の方法であって、前記コアが、複数のセルであって各々が熱可塑性材料または熱硬化材料のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 33】

請求項 32 に記載の方法であって、前記コアが、共に結合した複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、方法。

【請求項 34】

請求項 31 に記載の方法であって、前記第 1 の成型型部分および第 2 の成型型部分が、成型型キャビティを画定し、前記粉体、前記樹脂含浸繊維シート、前記コア、および前記別の樹脂含浸シートが、前記成型型キャビティの中に位置付けられることを特徴とする、方法。

40

【請求項 35】

請求項 15 から 30 および 34 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記第 2 の成型型部分を前記第 1 の成型型部分よりも少なくとも 5 高く加熱することを特徴とする、方法。

【請求項 36】

請求項 15 から 30 および 34 のいずれか 1 項に記載の方法であって、圧縮することが、約 5 パール～約 10 パールの圧力を前記第 1 の成型型部分および前記第 2 の成型型部分

50

に印加することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 37】

請求項 15 から 36 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体が、約 180 のオンセットガラス転移温度を有するエポキシを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 38】

請求項 15 から 37 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体の層が、少なくとも 90 秒のゲル化時間を有することを特徴とする、方法。

【請求項 39】

請求項 15 から 38 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記繊維シートに含浸させる前に前記繊維シートを乾燥させることをさらに含むことを特徴とする、方法。

10

【請求項 40】

請求項 15 から 39 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体のサイズが、約 10 μm ~ 約 100 μm の範囲であることを特徴とする、方法。

【請求項 41】

ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む第 1 の複合材スキンと、
ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む第 2 の複合材スキンと、
熱可塑性材料を含み、前記第 1 の複合材スキンおよび前記第 2 の複合材スキンの間に位置付けられ結合した第 1 のコアと、

ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む第 3 の複合材スキンと、
前記第 2 の複合材スキンおよび前記第 3 の複合材スキンの間に位置付けられ結合した第 2 のコアと、

20

を含むことを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

【請求項 42】

請求項 41 に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、前記第 2 のコアが、カードボード、紙、または発泡体のうち 1 つ以上を含むことを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

【請求項 43】

請求項 41 から 42 のいずれか 1 項に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、前記第 1 のコアが、複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

30

【請求項 44】

請求項 41 から 43 のいずれか 1 項に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、前記複数のチューブ状部材が、共に結合していることを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

【請求項 45】

請求項 41 から 44 のいずれか 1 項に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、前記第 1 のコアが、前記第 2 のコアより高い降伏強さを有することを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

【請求項 46】

請求項 41 から 45 のいずれか 1 項に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、前記第 2 のコアが、前記第 1 のコアより多くのエネルギーを吸収するように構成されることを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

40

【請求項 47】

請求項 41 から 46 のいずれか 1 項に記載のマルチコア複合材サンドイッチであって、ポリマトリックスに埋設された NCF ファブリックを含む 1 つ以上の外側層をさらに含み、前記 1 つ以上の外側層が、前記第 1 の複合材スキンまたは前記第 3 の複合材スキンのうち 1 つ以上と結合していることを特徴とする、マルチコア複合材サンドイッチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、エネルギー吸収を示し、かつ/または欠陥が存在しない表面を含む複合材構造に関する。

【背景技術】

【0002】

(関連出願の相互参照)

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,614号の優先権を主張する。

【0003】

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,632号の優先権を主張する。

10

【0004】

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,652号の優先権を主張する。

【0005】

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,670号の優先権を主張する。

【0006】

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,685号の優先権を主張する。

【0007】

20

本願は、その開示内容全体をこの引用により本願に援用する、2015年1月28日出願された米国仮出願第62/108,837号の優先権を主張する。

【0008】

複合材構造は、多数の好適な用途で用いることができる。一般的には、複合材構造は、強さに対する重量の比を低減することが重要な様々な用途で用いることもできる。例えば、複合材構造は、車両シャーシ、通信設備のパネル、輸送機関または車両(例えば、自転車、オートバイ、トラック等)のフレームまたは本体部品、農業用途(例えば、農業設備)、エネルギー関連用途(例えば、風力、太陽)、衛星用途、航空宇宙用途、構築材料(例えば、建築材料等)、および消費者製品(例えば、特に家具、便座、および電気製品)に用いることができる。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

したがって、複合材構造の製造業者および使用者は、その改善を求め続けている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本明細書に記載の実施形態は、相対的に高い衝撃耐性および/または振動減衰特性を有することができる、かつ相対的に軽い重量を有することができる複合材構造(例えば、複合材サンドイッチ)に関し、加えてこの複合材構造の使用および製作の関連方法に関する。例えば、複合材サンドイッチは、少なくとも2つの複合材スキンの中に挟まれたコア構造を含むことができる。一部の実施形態において、少なくとも2つの複合材スキンのうち少なくとも1つがポリマトリックス(例えば、凝固または硬化したポリマ樹脂)およびポリマトリックスに埋設された補強繊維を含むことができる。一般的には、硬化または凝固したポリマ樹脂は、実質的に完全に硬化もしくは凝固または(例えば、ポリマ樹脂が少なくとも部分的に粘性をとどめるように)部分的に硬化もしくは凝固することができる。さらに、硬化および凝固後、ポリマ樹脂はコアと好適に強力な結合を形成することができる。少なくとも一実施形態において、ポリマ樹脂は凝固するとき、複合材サンドイッチに構造的剛さおよび/または支持を提供する。

40

【0011】

一実施形態は、ポリマトリックスに埋設された複数の繊維を含む複合材スキンを含む

50

多層複合材スキンと、固体かつ実質的にモノリシック (monolithic) な外側層とを含む。外側層は、1つ以上のポリマ材料を含む。その上、外側層は複合材スキンに結合し、欠陥が実質的に存在しない外側表面を含む。

【0012】

少なくとも一実施形態は、複合材サンドイッチを含む。より具体的には、複合材サンドイッチは、ポリママトリックスに埋設された複数の補強繊維を含む第1の複合材スキンを含む。複合材サンドイッチは、ポリママトリックスに埋設された複数の補強繊維を含む第2の複合材スキンをも含む。その上、複合材は第1および第2の複合材スキンの間に位置付けられ結合したコアを含む。第1の複合材スキンまたは第2の複合材スキンのうち少なくとも1つが、本明細書に記載の実施形態のうちのいずれかに従った多層複合材スキンである。

10

【0013】

1つ以上の実施形態には、製作方法も含まれる。詳細には、製作方法は、第1の成型部分の成形表面に粉体を位置付けることおよび粉体上に樹脂含浸繊維シートを位置付けることを含む。粉体は、熱可塑性材料または熱硬化材料のうち1つ以上の複数の粒体を含む。製作方法は、粉体を樹脂含浸繊維シートと共に圧縮成型型の中で圧縮および加熱するステップであって、それにより複数の粒体を共に結合して欠陥が実質的に存在しない外側表面を有する実質的に固体かつモノリシックな外側層を形成するステップも含む。

【0014】

一実施形態は、ポリママトリックスに埋設された複数の繊維を含む第1の複合材スキンおよびポリママトリックスに埋設された複数の繊維を含む第2の複合材スキンを含むマルチコア複合材サンドイッチを含む。マルチコア複合材サンドイッチは、熱可塑性材料を含む第1のコアであって、第1の複合材スキンおよび第2の複合材スキンの間に位置付けられ結合した第1のコアをも含む。その上、マルチコア複合材サンドイッチは、ポリママトリックスに埋設された複数の繊維を含む第3の複合材スキンおよび、第2の複合材スキンおよび第3の複合材スキンの間に位置付けられ結合した第2のコアを含む。

20

【0015】

開示される実施形態の任意の特徴は、制限なく互いと組み合わせて用いることができる。加えて、本開示の他の特徴および利点は、以下の詳細な記載および添付図面の検討を通じて当業者に明らかとなるであろう。

30

【0016】

より良好な理解のため、様々な添付図の全体に渡り、同様の成分は同様の参照番号で指定した。これらの図面が典型的な実施形態のみを表すものであり、したがって、その範囲を制限するとみなされるべきではないことを理解して、以下の添付図面の使用を通じ、実施形態についてさらに具体的かつ詳細に記載および説明する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一実施形態に従った複合材サンドイッチの部分横断面図である。

【図2】別の実施形態に従った複合材サンドイッチの部分横断面図である。

【図3】さらに別の実施形態に従った複合材サンドイッチの部分横断面図である。

40

【図4】さらに別の実施形態に従った複合材サンドイッチの部分横断面図である。

【図5】1つ以上の実施形態に従った複合材サンドイッチの部分横断面図である。

【図6】一実施形態に従ったサンプル複合材サンドイッチの写真である。

【図7A】一実施形態に従った圧縮成型型の概略横断面図である。

【図7B】スキンアセンブリがその中に位置付けられている図7Aの圧縮成型型の概略横断面図である。

【図8A】一実施形態に従った、スキンアセンブリを有する圧縮成型部分および部分的スタックアセンブリの一部の概略横断面図である。

【図8B】一実施形態に従った、図8Aの成型型部分および圧縮成型型の中に位置付けられたスタックアセンブリを含む、圧縮成型型の概略横断面図である。

50

【図9】一実施形態に従った、複合材サンドイッチを製作する方法のフローチャートである。

【図10】別の実施形態に従った、複合材サンドイッチを製作する方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

[詳細な記載]

本明細書に記載の実施形態は、相対的に高い衝撃耐性および/または振動減衰特性を有することができ、かつ相対的に軽い重量を有することができる複合材構造（例えば、複合材サンドイッチ）に関し、加えてこの複合材構造の使用および製作の関連方法に関する。例えば、複合材サンドイッチは、少なくとも2つの複合材スキンの中に挟まれたコア構造を含むことができる。一部の実施形態において、少なくとも2つの複合材スキンのうち少なくとも1つがポリマトリックス（例えば、凝固または硬化したポリマ樹脂）およびポリマトリックスに埋設された補強繊維を含むことができる。一般的には、硬化または凝固したポリマ樹脂は、実質的に完全に硬化もしくは凝固または（例えば、ポリマ樹脂が少なくとも部分的に粘性をとどめるように）部分的に硬化もしくは凝固することができる。さらに、硬化および凝固後、ポリマ樹脂はコアと好適に強力な結合を形成することができる。少なくとも一実施形態において、ポリマ樹脂は凝固するとき、複合材サンドイッチに構造的剛さおよび/または支持を提供する。

10

【0019】

1つ以上の実施形態において、コアブランクは、複合材サンドイッチのコアを形成するために、製作の間少なくとも部分的に圧縮することができる。例えば、コアブランクは、複合材サンドイッチを形成するために共に加熱および/または圧縮され得る、ポリマ樹脂を含浸させた繊維シートの中に位置付けることができる。繊維シートは、ポリマ樹脂と共に、（コアブランクから形成された）コアに結合した複合材サンドイッチの複合材スキンを形成することができる。詳細には、例えば、ポリマ樹脂を加熱することで、ポリマ樹脂を硬化または凝固させ、結果的に得られる複合材スキンの繊維シートの繊維を共に結合させ、コアに結合することができるポリマトリックスを形成することができる。一部の実施形態において、コアブランクは異なる高さまたは厚さに圧縮し、対応する様々な厚さをその異なる部分で有するコアを形成することができる。このため、一部の実施形態において、複合材サンドイッチの異なる部分は、異なる厚さを有することができる（例えば、複合材サンドイッチおよびその複合材スキンは3次元構成を有することができる）。その上、複合材サンドイッチは、平面状および/または非平面状の表面を有することができるパネルとして概ね形成することができる。

20

30

【0020】

コアの材料および構成は、実施形態によって、加えて複合材サンドイッチの部分によって、様々であり得る。一般的には、相対的に硬質なコアは、全負荷をコアの一端からコアのもう一端へ効率的に伝達させることができる。例えば、「硬質な」コアは、プラスチック材料（例えば、熱可塑性物、熱硬化物、その組合せ等）を含むコアブランクから形成することができ、対応する1つ以上のセル壁により画定される複数のセルを含むことができる（例えば、プラスチック材料はセルが多数の好適な形を有することができるハニカム様構造を画定することができる）。一部の実施形態において、プラスチックチューブ（例えば、低コスト材料を含むことができ、かつ相対的に軽量であることができる、飲用ストロのようなストロ類）のようなチューブ状部材は、共に合わせかつ/または結合させコアブランクを集合的に形成することができる（例えば、各々のストロは対応するコアのセルを画定ことができ、隣接するコアは間にある間隙または空間にさらなるセルを画定することができる）。追加的または代替的に、高密度発泡体および他の好適および/または圧縮可能な材料がコアブランクに含まれ得る（例えば、多孔質であり得る材料、または材料内で3次元配置を有し得る小さなもしくは微細な孔もしくはセルを含むことができる材料）。

40

50

【 0 0 2 1 】

追加または代替の実施形態において、コアの1つ以上の部分は相対的に軟質であることもでき、板紙またはカードボードまたは低密度発泡体のような、相対的に軟質な材料を含むかまたはそれから構築され得る。「軟質な」コアは、負荷がコアの一端に印加されたとき、例えば、「軟質な」コアが板紙またはカードボード等から形成され得るとき、コアの一端からコアの反対端に全負荷を伝達しないことができる。一部の実施形態において、全負荷は印加される負荷の少なくとも70%を意味する。一部の実施形態において、全負荷は印加される負荷の少なくとも80%を意味する。一部の実施形態において、全負荷は印加される負荷の少なくとも90%を意味する。一部の実施形態において、全負荷は印加される負荷の100%を意味する。「軟質な」コアは、複合材スキンに対して実質的に垂直である縦方向において、「硬質な」コアよりも多くのエネルギーまたは衝撃を吸収することができる(例えば、軟質なコアは、衝撃を受ける間に、硬質なコアが類似の衝撃を受ける間よりも多くの衝撃エネルギーを吸収するようにして、潰れ、かつ/または、さもなくば変形もしくは破損し得る)。

10

【 0 0 2 2 】

上述のように、複合材スキンの構成および/または組成(例えば、ポリママトリックスおよび/または補強繊維の組成)は、実施形態によって様々であり得る。一般的には、繊維は、連続的(例えば、スキンのエッジ間に延在することができる繊維)および/または不連続的または短い繊維であることができる。一部の実施形態において、不連続繊維は、材料コストを著しく低減するために、RTMのような廃繊維からのリサイクル繊維であることができる。また、繊維は多数の好適な材料を含むことができる(例えば、繊維は炭素繊維、ガラス繊維等であることができる)。

20

【 0 0 2 3 】

その上、繊維(連続的および/または不連続的)は繊維シートを画定するように共に配置することができる。一部の実施形態において、繊維シートの繊維は、互いの上にオーバーレイさせ、かつ/または共に織ることができる。代替的に、繊維は、繊維シートを画定するように共にばらばらに位置付け、かつ/または共にマット状にすることができる。一実施形態において、ばらばらに位置付けられた繊維は、繊維シートを形成するように共に付着または結合させることができる。

【 0 0 2 4 】

一部の実施形態において、本明細書に記載の複合材サンドイッチは、相対的に高い衝撃耐性を有することができる、かつ/または、複合材サンドイッチを通じて(例えば、複合材サンドイッチが相対的に軟質なコアを含むとき)相対的に良好な振動および/または吸収および/または音減衰を有することができる。例えば、このような複合材サンドイッチは、多数の好適な要素を製作するために用いることができ、または多数の好適な要素(例えば、自動車のルーフパネルのような内装および/または外装パネル)として製作することができる。上述のように、複合材サンドイッチから製作される要素は、2次元および/または3次元構成を有することができる。

30

【 0 0 2 5 】

一実施形態において、複合材サンドイッチは、表面欠陥が実質的に存在しないことができる(時として無欠陥表面またはクラスA表面と称される)ポリマ表面を含むことができる。例えば、本明細書に記載の低圧圧縮成形工程は、ピンホールおよび/または他の欠陥が実質的に存在しないポリマ表面を生成することができる(例えば、1つ以上の複合材サンドイッチのスキン層の外側表面は、ピンホールのような欠陥が存在しないことができる)。一部の実施形態において、欠陥が実質的に存在しない表面は(例えば、欠陥を有する表面と比較して)、塗装をするのにより容易および/またはより安価であることができる。典型的には、RTM工程は、完成された複合材表面上のピンホールのサイズを低減するために120パール(約1764psi)のような高圧の印加が求められ得るが、この工程が高圧で行われても、ピンホールは残存し得る。一部の場合において、高圧RTM工程は低圧圧縮成形よりも高価であり得、かつ/または低圧圧縮成形工程よりも低い収量を有

40

50

し得る。

【0026】

一部の実施形態において、無欠陥またはクラスA表面は、目視検査で認識可能であり得る欠陥を実質的に有しないことができる。例えば、表面の小さなセグメントまたは部分は、視覚的に識別できるまたは視認可能な波または凹凸パターンを有しないことができる。一実施形態において、表面の相対的に大きなセグメントまたは部分は、視覚的に識別できるまたは視認可能な波または凹凸パターン（例えば、長い波または繰り返しパターン）を有しないことができる。例えば、クラスA表面は、1つ以上の領域（例えば、曲面状の領域）が、間に視認可能な接続または交差なしで互いに連続するように、好適な曲面連続性を有することができる。一部の場において、ピンホールを含む表面を塗装すると、結果的に塗料膨れおよび剥離が生じ得る。これに対し、実質的にピンホールが存在しない表面は塗装することができ、塗料は膨れも剥離も伴わずに表面にとどまるることができる。

10

【0027】

上述のように、一般的には、コアは対向する複合材スキン間に位置付けられ結合することができる。一部の実施形態において、コアはカードボード、板紙、紙、発泡体、または類似の材料を含むことができる。一部の実施形態において、コアを含む材料の少なくとも一部は、複合材スキンのポリマ樹脂を少なくとも部分的に浸透させることができる。例えば、製作の間、含浸繊維シートのポリマ樹脂は、コアを形成するために用いられるコアブランクの材料に、含浸繊維シートから形成された複合材スキンがコアブランクから形成されたコアに結合するように、接触かつ浸透することができる。すなわち、一部の実施形態において、ポリマ樹脂はコアブランクに少なくとも部分的に含浸することができ、かつそれにより、コアブランクから形成されたコアを、コアブランクに対して押し当てられる含浸繊維シートから形成された複合材スキンに結合させることができる。追加的または代替的に、コアは1つ以上の熱可塑および/または熱硬化材料を含むことができる（例えば、コアの中のセルを画定する壁はポリカーボネート、ポリエチレン等を含むことができる）が、より詳しくは、本願と同時に出願された「Composite Sandwich Having High Bending Stiffness」という表題のPCT国際出願（代理人整理番号243720WO01_496714-15）に記載されており、この出願は2014年6月4日出願された米国仮出願第62/007,614号および2015年1月28日出願された米国仮出願第62/108,837号の優先権を主張するものであり、前述出願の各々の開示内容全体をこの引用により本願に援用する。

20

30

【0028】

図1は、表面欠陥が存在しない少なくとも1つの外側表面を有する、一実施形態に従った複合材サンドイッチ100の概略的側面図を図示するものである。詳細には、例えば、複合材サンドイッチ100は、第1および第2の複合材スキン102、104ならびにそれらの間に位置付けられ結合したコア106を含むことができる。複合材サンドイッチ100は、第1の複合材スキン102およびコア106の間の発泡体108（例えば、ポリマ発泡体）を含むこともできる。一部の実施形態において、発泡体108は、連続的であり得るまたは中断され得る層を形成することができる。

【0029】

第1および第2の複合材スキン102、104は、ポリマトリックス116に埋設された、ランダム配向連続および/または不連続繊維114を含むことができる。上述のように、第1および第2の複合材スキン102、104は、繊維シートにポリマ樹脂を含浸させ、ポリマ樹脂を硬化させてポリマトリックス116を形成し、それにより中に繊維114を埋設することにより、製作することができる。繊維シートは、シートまたはパネルを形成するようにして配置された連続および/または不連続繊維を含む。代替的に、互いの近くにばらばらに位置付けられた繊維は、ポリマトリックス116に埋設することができる。その上、繊維は、炭素繊維、ガラス繊維、それらの組合せのような任意の好適な補強繊維を含むことができる。

40

【0030】

50

ポリマトリックス116は、熱硬化物、第1の熱硬化物および第2の熱硬化物のブレンド、熱可塑性物、または熱可塑性物のブレンド、熱可塑性物および熱硬化物のブレンド、等を含むポリマ樹脂から形成することができるが、より詳しくは、本願と同時に出願された「Multi component Polymer Resin, Methods For Applying The Same, And Composite Laminated Structure Including The Same」という表題のPCT国際特許出願（代理人整理番号243721WO01_496714-25）に記載されており、この出願は2014年6月4日出願された米国特許出願第62/007,632号および2015年1月28日出願された米国特許出願第62/108,837号の優先権を主張するものであり、先述の出願の各々の開示内容全体をこの引用により本願に援用する。例えば、ポリマ樹脂は、ポリウレタン、エポキシ、またはポリウレタンおよびエポキシの混合物であることができる。ポリマ樹脂は、硬化前は液体の形態である。一実施形態において、ポリマ樹脂は繊維116に結合することができる。ポリマ樹脂は、コア106に接着および/または結合することができる（例えば、第2の複合材スキン104のポリマトリックスを形成するポリマは、コア106に結合することができる）。

10

20

30

40

50

【0031】

一部の実施形態において、第2の複合材スキン104のポリマトリックスは、第1の複合材スキン102のポリマトリックスと同一または類似であることができる。一部の実施形態において、第2の複合材スキン104のポリマトリックスは、第1の複合材スキン102のポリマトリックスと異なっていることができる。その上、第1の複合材スキン102の1つ以上の部分は、第2の複合材スキン104の1つ以上の部分と同一または類似の厚さを有することができる。逆に、第1の複合材スキン102の1つ以上の部分は、第2の複合材スキン104の1つ以上の部分と異なる厚さを有することができる。

【0032】

上述のように、コアは、ポリマ樹脂を吸収することができるかまたは浸透させることができる、板紙または他の類似の材料を含むことができる。一部の実施形態において、第1の複合材スキン102およびコア106の間に位置付けられる発泡体108は、コア106に少なくとも部分的に浸透かつ/または結合することができる。一実施形態において、発泡体108は、第1の複合材スキン102に結合することができる（例えば、第1の複合材スキン102のポリマトリックス116を形成するポリマ樹脂は、発泡体108に結合することができる）。このため、例えば発泡体108は、第1の複合材スキン102をコア106に結合させることができる。一部の実施形態において、発泡体108は、（例えば、発泡体を有しない複合材サンドイッチと比較して）複合材サンドイッチ100の音減衰および/または衝撃吸収特性を改善することができる。

【0033】

一般的には、コア106は多数の好適な構成を有することができる。一部の実施形態において、コアブランクおよびコアブランクから形成されるコア106は、複数のセルであって、各々がセルのキャピティを画定する1つ以上の壁を有する複数のセルを含むことができる。上述のように、例えば、コアの中のセルおよびセルキャピティを画定する壁は、カードボード、板紙、発泡体等のような多数の好適な材料を含むことができ、またはそれらから製作することができる。例えば、発泡体108は、カードボードまたは紙のコア106、および第1の複合材スキン102に結合または接着し、それにより第1の複合材スキン102をコア106に付着させることができる。

【0034】

1つ以上の実施形態において、コア106は、コア106のセルおよび対応するキャピティを画定する熱可塑性物および/または熱硬化ポリマを含むことができる（例えば、チューブ状部材を共に結合させることでコア106のセルを画定することができる）。例えば、発泡体108は、コア106の中に位置することができ、少なくとも部分的にまたは完全にコア106の中の1つ以上のセルのキャピティを充填することができる。その上、発泡体108がコアブランクの中のキャピティに進入すると、発泡体108はコアブランクの

中のセルを画定する壁を変形させることができる。例えば、コア106は、中のセルを画定する変形した壁を有することができる。代替的または追加的に、発泡体108は、コア106に接着的に結合することができる（例えば、発泡体108の材料は（コア106を形成する）コアブランクに付着させる間、未硬化または部分的に硬化した状態であることができかつコアブランクに接着することができる、接着剤が発泡体108をコア106に結合させることができる、等）。

【0035】

一部の実施形態において、発泡体108は、第1および/または第2の複合材スキン102、104の外向き表面に別に形成し得るくぼみまたはディンプルを排除または低減することができる。例えば、上述のように、発泡体108は、例えば第1の複合材スキン102がコア106の中の1つ、複数、または全てのキャビティに進入するのを防ぐまたは制限するように、コア106の中のセルのキャビティを少なくとも部分的に充填することができる。

10

【0036】

少なくとも一実施形態において、複合材サンドイッチ100は、多孔性、ピンホール等のような欠陥が実質的に存在しない、少なくとも1つの外側表面を含むことができる。図示された実施形態において、複合材サンドイッチ100は、複合材サンドイッチの外側表面112を形成または画定することができる、外側層110（例えば、ポリマ層）を含む。一実施形態において、外側層110は、第1の複合材スキン102に付着または結合することができる。追加的または代替的に、外側層110は、外向き表面112がその中にディンプルまたはへこみを概ね有しないように、第1の複合材スキン102の外向き表面の任意のディンプルをマスクおよび/または充填することができる。

20

【0037】

1つ以上の実施形態において、外側層110は熱可塑および/または熱硬化の粉体またはペレットの層またはベッドから製作することができる。例えば、熱可塑粉体またはペレットの層は、含浸繊維シートに接して位置付けることができ、かつ含浸繊維シートに押し当て第1の複合材スキン102および外側層110をそれぞれ形成することができる。少なくとも一実施形態において、第1の複合材スキン102および外側層110は、コア106を形成することができるコアブランクに複合材スキン102を結合させる前に、共に結合することができる。例えば、発泡体108は、複合材スキン102を外側層110と共に、コア106を形成するコアブランクに結合させることができる。追加的または代替的に、第1の複合材スキン102を少なくとも部分的に形成するポリマ樹脂は、例えば粘性をとどめるために、コア106を形成するコアブランクに第1の複合材スキン102を結合させる前に部分的に硬化させることができる。

30

【0038】

また、複合材サンドイッチ100は、第1および/または第2の複合材スキン102、104に結合または一体化することができる、多数の追加または代替層を含むこともできる。例えば、複合材サンドイッチは、コア106の1つ以上の側で共に結合した複数の複合材スキンを含むことができる（例えば、別の複合材スキンが複合材スキン102に結合および/または一体化することができる）が、より詳しくは、本願と同時に出版された「Multi Component Polymer Resin, Methods For Applying The Same, And Composite Laminate Structure Including The Same」という表題のPCT国際特許出願（代理人整理番号243721WO01_496714-25）に記載されている。

40

【0039】

一部の実施形態において、コア106は減衰性質を有し得る材料を含むことができ、対向する第1および第2の複合材スキン102、104間の振動を減衰させることができる。例えば、コア106は、第1または第2の複合材スキン102、104に衝突する音波から生じる振動を、そこを通じて減衰または妨害することができる。より具体的には、例

50

えば、音波は周囲媒体から第1の複合材スキン102へ振動を伝達することができ、今度は第1の複合材スキン102が振動し、コア106に振動を伝達することができる。一実施形態において、コア106は、通過する振動の振幅を減衰または低減することができる。

【0040】

例えば、上述のように、第1および第2の複合材スキン102、104はコア106に結合することができる。このため、振動は第1の複合材スキン102からコア106へ、および第2の複合材スキン104へ伝達され得る。一実施形態において、コア106は、コア106から第2の複合材スキン104に伝達される振動が減衰されるように、または第1の複合材スキン102の振動よりも低い振幅を有するように、（例えば、その振幅を低減することにより）通過する振動を減衰させることができる。

10

【0041】

例えば、コア106は第1の複合材スキン102および/または第2の複合材スキン104から伝達される振動エネルギーを吸収することができる。コア106は、多孔質吸収体、セルゴム発泡体またはスポンジ等のような、多数の好適な振動吸収材料を含むかまたはそれらから製作することができ、これらの材料は、そのセル構造内の運動および摩擦を通じて振動を吸収することができることを理解すべきである。いずれにしても、コア106は、第1および/または第2の複合材スキン102、104を通じて伝達される音のような振動を吸収するための好適な材料を含むことができる。

【0042】

一般的には、上で記したように、複合材サンドイッチ100は多数の好適な要素（例えば、パネル等のような自動車の要素）として形成することができ、および/またはそれらに組み込むことができる。一部の実施形態において、複合材サンドイッチ100は、その一方の側から別の側への音伝達を減衰または妨害することが意図された要素として形成することができる。例えば、複合材サンドイッチ100は、車両パネル（例えば、車両の内部への音またはノイズの伝達を低減するために、車両の外装および/または内装に）として形成することができ、および/またはそれに組み込むことができる。

20

【0043】

上述のように、コア106は、熱可塑性物のような相対的に硬質な材料を含むことができる（例えば、コア106は、熱可塑性材料から作られ、共に結合することができるチューブ状部材を含むことができる）。一実施形態において、コア106の材料は、第1および/または第2の複合材スキン102、104のマトリックスを形成する、樹脂または樹脂混合物または樹脂のブレンドに不透性であり得る。その上、一部の実施形態において、第1および/または第2の複合材スキン102、104を形成する樹脂は発泡し（例えば、製作中に）、それにより第1および/または第2の複合材スキン102、104のマトリックスと同一または類似の材料を含む発泡体または微細発泡体を形成することができるが、より詳しくは、本願と同時に出版された「Composite Sandwich Having High Bending Stiffness」という表題のPCT国際出願（代理人整理番号243720WO01_496714-15）に記載されている。例えば、発泡体はコア106のキャビティのうち、1つにも複数にも各々にも延在することができる。

30

40

【0044】

一部の実施形態において、複合材サンドイッチ100の外側表面は、概ね平坦であっても平面状であることができる（例えば、第2の複合材スキン104の外側表面112は概ね平面状であることができる）。追加的または代替的に、複合材サンドイッチの外側表面の少なくとも1つのうち1つ以上の部分は、非平面状であることができる（例えば、概ね3次元形状を形成することができる）。図2は、非平面状の外側表面を含む、少なくとも一実施形態に従った複合材サンドイッチ100aの概略図である。本明細書に別段の記載がある場合を除き、複合材サンドイッチ100aならびにその成分および要素は、複合材サンドイッチ100（図1）ならびにその対応する成分および要素に類似または同一であ

50

ることができる。

【0045】

例えば、複合材サンドイッチ100aは、第1および第2の複合材スキン102a、104aならびにそれらの間に結合したコア106aを含むことができ、これらは複合材サンドイッチ100(図1)の第1および第2の複合材スキン102、104ならびにコア106に類似であることができる。その上、複合材サンドイッチ100aは第2の複合材スキンおよびコア106aの間に位置付けられ得る発泡体108aを含むことができる。追加的または代替的に、複合材サンドイッチは、外側層110(図1)に類似または同一であることができる外側層110aを含むことができる。

【0046】

一実施形態において、(第1の複合材スキン102aにより画定され得る)複合材サンドイッチ100aの第1の外側表面120aは、例えば複合材サンドイッチ100aの3次元形状を画定するように、概ね曲面状であることができる。追加的または代替的に、複合材サンドイッチ100aの第2の外側表面121aは、曲がっているかまたは曲面状であることができる。例えば、第2の外側表面121aは、第1の外側表面120aと異なる曲がりまたは曲面を有することができる。

【0047】

一部の実施形態において、コア106aはその部分によって非均一な厚さを有することができる(例えば、第1および第2の複合材スキン102a、104aは複合材サンドイッチ100aのその部分によって様々であり得る)。上に言及したように、コア106aは相対的に軟質であることができ、カードボードおよび/または類似の材料を含むことができる。このため、1つ以上の実施形態において、複合材サンドイッチ100aを製作するのに用いられるコアブランクは、樹脂含浸繊維シート間で異なる高さに圧縮し、曲面状の複合材スキン102a、104aおよび対応する曲面を有するコア106aを形成することができる。

【0048】

いくつかの加工条件下では、相対的に軟質なコアブランク(例えば、カードボードから製作されるコアブランク)を曲げるおよび/または圧縮することで、コアブランクのセルを画定する1つ以上の壁のような、コアブランクの1つ以上の部分が損傷および/または破壊され得る。すなわち、一部の位置において、含浸繊維シートをコアブランクと共に曲げることは、コアブランクの1つ以上の部分を破損させるのに十分な応力にコアブランクをさらし得る。一実施形態において、複合材サンドイッチ100aを製作する間、コアブランクの中のセル壁を破損させ得るやり方でコアブランクが圧縮されないように、完成したコア106aの様々な厚さ/およびまたは適切な外側の形状を有するようにしてコアブランクを前製作することができる。

【0049】

その上、一部の実施形態において、コアブランクはより高い応力の位置に、コアブランクの他の部分(例えば、カードボードを含む部分)の引張強さよりも高い引張強さを有する、1つ以上の材料を含むことができる。例えば、このような部分は、(例えば1つ以上のセル壁を形成する)発泡体、熱可塑性材料等を含み得る。よって、相対的に高い負荷(例えば、カードボードのような材料を1つ以上の他の部分で破損させるのに十分な負荷)にさらされるコアブランクの部分の材料は、このようなより高い負荷に(例えば、負荷下で弾性的および/または可塑的に変形することによる)破損なしで耐えることができる。

【0050】

上述のように、相対的に軟質なコアは、複合材サンドイッチによるエネルギー吸収(例えば、衝撃、ノイズ等からのエネルギー吸収)を提供または促進することができる。一部の実施形態において、相対的に軟質なコアによってエネルギー吸収が相対的に増大すると、結果的に相対的に低い複合材サンドイッチの剛性が提供され得る。代替または追加の実施形態において、複合材サンドイッチは、相対的に増大した衝撃耐性および/または音またはノイズ減衰特性を有することに加えて好適な厚さを有することができる。一部の実施形態に

10

20

30

40

50

において、複合材サンドイッチの少なくとも1つの外側表面は、熱可塑性物から形成することができ、かつ/または実質的にモノリシックであることができる。例えば、複合材サンドイッチの外側表面を形成することができる、実質的にモノリシックな外側層またはスキンは、その外側表面から離れている音波を少なくとも部分的に反射することができる（例えば、複合材サンドイッチを通じて伝播する音波は、外側層により、コアに向かってかつ複合材サンドイッチの外側表面から離れて少なくとも部分的に反射され得る）。

【0051】

図3は、（例えば、相対的に硬質なコアを含む複合材サンドイッチと比較して）相対的に改善された衝撃および/またはノイズ吸収、ならびに（例えば、複合材サンドイッチ100、100a（図1～2）のような、相対的に軟質なコアを含む複合材サンドイッチと比較して）相対的に改善された剛性を示し得るマルチコアの複合材サンドイッチ100bを示すものである。ただし、本明細書に別段の記載がある場合を除き、マルチコア複合材サンドイッチ100bならびにその成分および要素は、複合材サンドイッチ100、100a（図1～2）ならびにその対応する成分および要素のうちのいずれかに類似または同一であることができる。

10

【0052】

一実施形態において、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、中間複合材スキン104bにより第2のコア106b'から隔離された第1のコア106bを含むことができる。詳細には、例えば、第1のコア106bは中間複合材スキン104bにその第1の側面で結合することができ、第2のコア106b'は中間複合材スキン104bにその第2の側面（例えば、第1のコア106bと反対側の）で結合することができる。その上、複合材サンドイッチは第1および第2の外側複合材スキン102b、104b'をそれぞれ第1および第2のコア106b、106b'に対して含むことができる。より具体的には、一実施形態において、第1のコア106bは、第1の外側複合材スキン102bおよび中間複合材スキン104bに対しそれらの間で結合することができ、第2のコア106b'は、第2の外側複合材スキン104bおよび中間複合材スキン104b'に対しそれらの間で結合することができる。

20

【0053】

一実施形態において、第1および第2の外側複合材スキン102b、104b'の外側表面は、マルチコア複合材サンドイッチ100bの外側表面および/または外側形状を画定または形成することができる。例えば、マルチコア複合材サンドイッチ100bの外側表面は、概ね平面状であることができる（例えば、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、マルチコア複合材サンドイッチ100bの概ね平坦またはシート様の形状を形成または画定するように、概ね平坦または平面状の外側表面を有することができる）。代替的に、マルチコア複合材サンドイッチ100bの1つ以上の外側表面は、例えばマルチコア複合材サンドイッチ100bの3次元形状を形成または画定するために、概ね非平面状（例えば、曲面状、曲がっている等）であることができる。

30

【0054】

上述のように、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、例えばマルチコア複合材サンドイッチ100bの外側表面を画定または形成するために、第1および/または第2の複合材スキン102b、104b'の外側表面に結合した、1つ以上の追加の層または材料を含むことができる（例えば、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、欠陥が実質的に存在しない外側表面を有することができる複合材サンドイッチ100（図1）の外側層110に類似または同一であることができる、1つ以上の外側層を含むことができる）。追加的または代替的に、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、第1のコア106bおよび第1の外側複合材スキン102bの間ならびに/または第1のコア106bおよび中間スキン104bの間に位置付けられる、1つ以上の層および/または材料を含むことができる。例えば、上述のように、発泡体は、1つ以上の複合材スキンおよび第1のコア106bの間に含むことができる（例えば、発泡体は、第1の外側複合材スキン102bおよびコア106bの間に位置付けることができる）。同様に、マルチコア複合材サン

40

50

ドイッチ 100b は、コア 106b' および第 2 の外側複合材スキン 104b' の間ならびに / または第 2 のコア 106b および中間複合材スキン 104b' の間に位置付けられる、1 つ以上の層または材料を含むことができる。

【0055】

一部の実施形態において、第 1 のコア 106b は、第 2 のコア 106b' と比較して異なる剛性、振動吸収、衝撃耐性、またはそれらの組合せを有することができる。例えば、第 1 のコア 106b は、第 2 のコア 106b' よりも概ね軟質および / または圧縮可能（例えば、塑性変形なしで）であることができる。一実施形態において、第 1 のコア 106b の材料は、第 2 のコア 106b' よりも良好な衝撃および / もしくは振動減衰またはエネルギー吸収特性を有することができる（例えば、第 1 のコア 106b は、第 2 のコア 106b' よりも良好な音吸収および / または雑音低減特性を有することができる）。追加的または代替的に、第 2 のコア 106b' の材料は、第 1 のコア 106b の材料よりも堅くかつ / またはより高い降伏強さを有することができる。

10

【0056】

一般的には、第 1 および / または第 2 のコア 106b、106b' 全体の 1 つ以上の部分は多孔質であることができ、かつ / またはキャピティを有するセルを含むことができる。さらに、例えば、第 1 のコア 106b は、カードボード、紙、他のセルロース材料、発泡体、スポンジ用材料等を含むことができる。1 つ以上の実施形態において、第 2 のコア 106b' は、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロン等のような熱可塑および / または熱硬化材料を含むことができる。

20

【0057】

上述のように、第 1 および第 2 のコア 106b、106b' は、セル壁により画定される対応するキャピティを有する複数のセルを含むことができる。一部の実施形態において、第 1 のコア 106b の中のセルの形状は、第 2 のコア 106b' の中のセルの形状に類似であることができる。代替的に、第 1 のコア 106b の中の少なくとも一部のセルは、第 2 のコア 106b' の中の少なくとも一部のセルと異なっていることができる。1 つ以上の実施形態において、第 1 のコア 106b は、波形シート (corrugated sheet)、重ね合わせシート (overlapping sheet)、交織シート (interwoven sheet)、先述のものの組合せ等から形成され、多角形状、円形状等を画定することができるセルを含むことができる。一実施形態において、第 2 のコア 106b' の中の少なくとも一部のセルは、第 1 の形状（例えば、円形）を有することができる、一方中のその他のセルは第 2 の形状（例えば、ダイヤモンド形、略正方形、略三角形等）を有することができるが、より詳しくは、本願と同時に出願された「Composite Sandwich Having High Bending Stiffness」という表題の PCT 国際出願（代理人整理番号 243720WO01_496714-15）に記載されている。

30

【0058】

上述のように、マルチコア複合材サンドイッチ 100b は、第 1 および / または第 2 の外側スキン 102b、104b' に結合および / または付着する多数の追加または代替の層および / または材料を含むことができる。その上、一部の実施形態において、1 つ以上の複合材スキンを製作するのに用いられる繊維シートは、複合材スキンの引き抜き荷重に対するその耐性および / または引張強さを増大させることができるノンクリンプファブリック (NCF)、織布等のような高性能材料を含むことができるが、より詳しくは、本願と同時に出願された「Composite Sandwich Having High Bending Stiffness」という表題の PCT 国際出願（代理人整理番号 243720WO01_496714-15）に記載されている。例えば、NCF はポリママトリックスに埋設することができ、第 1 および / または第 2 の外側スキン 102b'、104b' に結合することができる。

40

【0059】

図示された実施形態において、マルチコア複合材サンドイッチ 100b は 2 つのコア (

50

第1および第2のコア106b、106b')を含むが、複合材サンドイッチが任意の好適な数のコアを含むことができ、それは実施形態によって様々であり得ることを理解すべきである。その上、一部の実施形態において、隣接するコアは、中間複合材スキンなしで互いに直接隣り合って位置付けられかつ/または互いに直接結合することができる。マルチコア複合材サンドイッチ100bは、多数の相対的に軟質なコアおよび/または相対的に硬質なコアを含むことができ、それは実施形態によって様々であり得る。また、任意の相対的に硬質なコアおよび/または相対的に軟質なコアは、多数の好適な構成を有することができる(例えば、多数の好適な形状を有するセルを含むことができる)。

【0060】

さらに、マルチコア複合材サンドイッチ100bは、上述のように、ピンホールおよび/または他の欠陥が実質的に存在しない1つ以上の外側表面(例えば、クラスA表面)を含むこともできる。代替的に、マルチコア複合材サンドイッチ100bの1つ、複数、または全ての外側表面は、ピンホールのような欠陥を含み得る。一部の実施形態において、美感に訴える被覆(例えば、カーペット)は、欠陥を含むマルチコア複合材サンドイッチ100bの表面を隠すことができる。

10

【0061】

図4は、1つ以上の実施形態に従った複合材サンドイッチ100cを図示するものである。本明細書に別段の記載がある場合を除き、複合材サンドイッチ100cならびにその成分および要素は、複合材サンドイッチ100、100a、100b(図1~3)ならびにそれらの対応する成分および要素のうちいずれかに類似または同一であることができる。例えば、複合材サンドイッチ100cは、第1および第2の複合材スキン102c、104cならびにそれらの間に位置付けられ結合したコア106cを含むことができる。

20

【0062】

上述のように、複合材サンドイッチ100cの1つ以上の部分は、3次元形状を形成または画定することができる。例えば、複合材サンドイッチ100cは、(例えば、概ね平面状であり得る)第1の部分112c、(例えば、第1の部分112cの上にあることができ、第1の形状を有することができる)第2の部分112c'、および(例えば、第1の部分112cの上にあることができ、第2の形状を有することができる)第3の部分112c''を含むことができる。このため、一部の実施形態において、コア106cは複合材サンドイッチ100cの対応する部分112c、112c'、112c''で異なる厚さを有することができる。例えば、コア106cの第1の部分106c'は、(対向する第1および第2の複合材スキン102c、104cの間で画定される)第1の厚さを有することができる、第2の部分106c''は、第1の部分106c'の厚さよりも大きくてもよい第2の厚さを有することができる。

30

【0063】

少なくとも一実施形態において、コア106cを形成するために用いられるコアブランクは、その異なる部分で異なる厚さを有することができる。その上、このようなコアブランクの複数の厚さは、それから形成されるコア106cの複数の厚さに概ねかつ/またはは比例的に対応することができる(例えば、製作の間、コアブランクはコア106cを形成するために少しまたはわずかな分だけ圧縮され得る)。代替的に、コア106cを形成するために、コアブランクは、実施形態によっておよびコアブランクの部分によって様々であり得る任意の好適な分だけ圧縮され得る。例えば、コアブランクは、概ね均一な厚さを有することができる、製作の間、異なる厚さを有することができるコア106cの第1および第2の部分106c'、106c''を形成するために圧縮され得る。

40

【0064】

図5は、一実施形態に従った、インサート111dを含む複合材サンドイッチ100dの概略な横断面図である。本明細書に別段の記載がある場合を除き、複合材サンドイッチ100dならびにその成分および要素は、複合材サンドイッチ100、100a、100b、100c(図1~4)ならびにそれらの対応する成分および要素のうちいずれかに類似または同一であることができる。例えば、複合材サンドイッチ100dは、複合材サ

50

ンドイッチ100(図1)に類似するようにして、第1の側面でコア106dに結合した下部複合材スキン104dと、外側層110dと共にその第2の対向側面でコア106dに結合した上部複合材スキン102dとを含むことができる。

【0065】

図示された実施形態において、複合材サンドイッチ100dは、インサート111dを含む。一般的には、インサート111dは、任意の好適な材料、特に、金属、プラスチック、ガラス、木のような好適な材料を含むかまたはそれらから形成することができるが、より詳しくは、本願と同時に出願された「Composite Sandwich Having High Bending Stiffness」という表題のPCT国際出願(代理人整理番号243720WO01_496714-15)に記載されている。一部の実施形態において、コア106dは、(例えば、複合材サンドイッチ100(図1)のコア106に類似または同一の)相対的に軟質なコアであることができる。代替的に、コア106dは、相対的に硬質なコアであることができる。

10

【0066】

一部の実施形態において、コア106dを形成するコアブランクは、インサート111dを含む部分でまたはその近くでは、1つ以上の他の部分より大きく圧縮され得る。一部の構成において、コア106dは、製作の間に一部の部分が実質的に圧縮されていないコアブランクから形成され得る。少なくとも一実施形態において、複合材サンドイッチ100dの外側層110dは、NCFおよび/または他の類似の材料を含むことができる。追加的または代替的に、上述のように、外側層110dは、ピンホールおよび/または他の欠陥が実質的に存在し得ない複合材サンドイッチ100dの外側層を画定または形成する(例えば、外側層110dは、本明細書に記載のように粉体から製作することができる)。インサート111dが本明細書に記載の複合材サンドイッチのうちのいずれかに組み込むことができることもまた理解すべきである。その上、マルチコアサンドイッチは、それらのコアのうちのいずれかの中に位置付けられ得、かつ/またはそのコアによって少なくとも部分的に囲まれ得る、1つ以上のインサートを含むことができる(例えば、インサートは、相対的に硬質なコアおよび/または相対的に軟質なコアの中に位置付けられ、かつ/またはそのコアによって囲まれ得る)。

20

【0067】

図6は、一実施形態に従ったサンプル複合材サンドイッチ100eの斜視側面図を示す写真である。本明細書に別段の記載がある場合を除き、複合材サンドイッチ100eならびにその成分および要素は、複合材サンドイッチ100、100a、100b、100c、100d(図1~5)ならびにそれらのそれぞれの成分および要素のうちのいずれかに類似または同一であることができる。例えば、サンプル複合材サンドイッチ100dは第1の複合材スキン102e、104eおよび、それらの間に位置付けられ結合した相対的に軟質なコア106eを含むことができ、これは複合材サンドイッチ100(図1)に類似であることができる。少なくとも一実施形態において、サンプル複合材サンドイッチ100eは、第1の複合材スキン102eおよびコア106eの間に位置付けられ結合した発泡体108eを含むことができる(例えば、発泡体108eは、複合材スキン102eをコア106eに結合させることができる)。

30

40

【0068】

本明細書に記載の複合材サンドイッチのいずれも、圧縮成型型で製作することができる。図7Aは、一実施形態に従った複合材サンドイッチを製作する圧縮成型工程の第1段階で用いることができる、圧縮成型型200の概略図である。圧縮成型型200は、第1の成型型部分202および第2の成型型部分204を含むことができる。例えば、第1の成型型部分202は成型表面203を含み、第2の成型型部分204は成型表面205を含む。一実施形態において、成型表面203は曲面状であることができ(例えば、概ね凹面形であることができ)、かつ/または対向する成型表面205は、補完するようにして曲面状であることができる(例えば、概ね凹面形であることができる)。ただし、成型表面203、205のサイズ、形状(例えば、曲面)、表面の粗さおよび/またはきめが、特

50

定の用途に好適であることができるように、実施形態によって様々であり得ることを理解すべきである。

【0069】

一部の実施形態において、圧縮成型型200は、成形表面203、205により画定されかつ/またはそれらの間にある成型型キャビティ206を含むことができる。矢印316で示されるように、第1の成型型部分202および第2の成型型部分204の間にオフセットがある。詳細には、以下でより詳しく記載されるように、(例えば、樹脂含浸繊維シートならびに熱可塑および/または熱硬化ポリマのペレットまたは粉体を含むことができる)スキンアセンブリは、圧縮成型型200を閉じるときにスキンアセンブリが成型型キャビティ206内に位置付けられ圧縮され得るように、第1および第2の成型型部分202、204の間に設置することができる。

10

【0070】

図7Bは、一実施形態に従った、圧縮成型型200の成型型キャビティ206の中に位置付けられるスキンアセンブリ300の概略図である。一実施形態において、粉体302は第1の成型型部分202の成形表面203上に設置することができ、樹脂含浸繊維シート304は粉体302上に設置することができる(例えば、粉体302は、成形表面203上に吹き付けることができ、かつ/またはその上に均一に位置付けることができる)。一部の実施形態において、圧縮成型型200が閉じるとき、第1および第2の成型型部分202、204はスキンアセンブリ300を圧縮成型型200の成型型キャビティ206内で圧縮する(例えば、圧縮前は、スキンアセンブリ300の容積は、成型型キャビティ206の容積よりも大きくてもよい)。一実施形態において、空気および/または他の気体は、エアアウトレット208を通じて成型型キャビティ206から少なくとも部分的に除去および/または真空処理することができる。例えば、成型型キャビティ206から少なくとも部分的に気体を除去することで、樹脂含浸繊維シート304から(例えば、エアポケットまたは気泡として樹脂含浸繊維シート304の中に存在し得る)気体を抜き取ることもできる。

20

【0071】

一般的には、粉粒体またはペレットは、サイズおよび/または形状が様々であってもよく、樹脂含浸繊維シート304からの空気の除去を促進するために好適にサイズを合わせかつ/または形状を形作ることができる(例えば、粒体サイズを低減すれば、粒体間の空気の流れを減少させ、それにより樹脂含浸繊維シート304からの空気の除去を妨げ得るが、逆に、粒体サイズを増大させれば、粉体ベッドの厚さの増大が必要となり、それから形成される外側層の厚さを増大させ得る)。一部の実施形態において、粉粒体のサイズは、約40 μ m~100 μ mの範囲であることができる。粉粒体が40 μ mより小さくても100 μ mより大きくてもよいことを理解すべきである(例えば、粉粒体は約10 μ mであることができる)。

30

【0072】

粉体は、複合材サンドイッチの1つ以上の外側表面に硬さを提供することができる、エポキシのような熱硬化物を含むことができる。粉体は、ポリプロピレン、ポリエチレン、ナイロン、ポリエステルのような熱可塑物であることができる。粉体は、熱硬化および熱可塑粉体の混合またはブレンドであることもできる。熱可塑またはブレンドされた粉体は、表面にいくらかの靱性を提供することができる。熱硬化物は、硬化前に液体の形態であってもよく、硬化後は固体になり、ポリマ鎖の架橋を含む。追加的または代替的に、熱硬化物は粘着性であることができる。一部の実施形態において、熱可塑物は、ペレット、粒子、粒体等の形態であることができ、粒体を融解し次いで成形することにより最終生成物に形作ることができる。例えば、熱可塑物の加工または固化は、硬化も架橋も伴わないことができる。粉体は、それから形成される外側層が相対的に高い温度への曝露に耐えることができるように、相対的に高いガラス転移温度(Tg)を有することができる。その上、一部の実施形態において、粉体は、スタックアセンブリからの空気除去を促進するのに十分な時間、固体または軟化した形態でとどまることができるように、複合材スキンのマ

40

50

トリックスを形成するのに用いられるポリマより高いTg温度を有することができる。

【0073】

一部の実施形態において、熱硬化粉体は、硬化開始することができるが加工の間少なくとも部分的に粘性である、ポリマ樹脂シェルに囲まれる硬化剤を含むことができる。ポリマ樹脂シェルは、硬化を必要としないことができるエポキシおよびフェノキシを含むことができる。1つ以上の実施形態において、粉体は、加熱され次に硬化または架橋を開始し固体かつ/またはモノリシクな外側層を形成するとき、軟質になることができる(例えば、外側層の厚さは、粉体の厚さおよび/または粉体の量に依存し得、一部の実施形態においては少なくとも約100μmであり得る)。

【0074】

一実施形態において、エポキシ粉体は、ピンホールが存在しない複合体表面(例えば、自動車産業では、時として「Aクラス」表面と称される)を生成するのに用いることができる。一部の実施形態において、エポキシ粉体は、約180のオンセットTgのような高いTgを有することができ、加工後に光沢がありかつ/または塗装可能な表面を生成することができる。その上、一部のエポキシ粉体は、約200以上で熱分解を開始することができる。エポキシ粉体の高いTgは、複合材サンドイッチが高い操作温度および/または高い加工温度に耐えるための助けになることができる(例えば、約180で行うことができる複合材サンドイッチの1つ以上の表面のeコーティング、プライマ塗布工程、他の塗装工程等)。

【0075】

少なくとも一実施形態において、第1の成形型部分202は(例えば、成形表面203で)静電的に帯電することができ、これにより、第1の成形型部分202の成形表面203上の逆に帯電した粉体粒子または粒体を、静電的に誘引および/または保持することを促進することができる。例えば、第1の成形型部分202を帯電させることで、粉体の浪費を低減することおよび/または作業空間を正常に保つことを促進することができる。

【0076】

一部の実施形態において、第1および/または第2の成形型部分202、204は加熱することができ、これにより、樹脂含浸繊維シート304を含浸する樹脂の硬化を促進および/または加速することができる。その上、圧縮成形型200およびその中のスキンアセンブリ300を加熱することで、粉体302をも加熱し、それにより粉体302を融解しかつ/または樹脂含浸繊維シート304に結合させることができる。樹脂は硬化してポリマトリックスを形成することができ、繊維シートの繊維はポリマトリックスに埋設され得る。少なくとも一実施形態において、粉体302は硬化して(例えば、複合材サンドイッチ100(図1)の外側層110のような)実質的に固体かつ/またはモノリシクな層を形成することができる。いずれにしても、(本明細書に記載のように)粉体302を樹脂含浸繊維シート304と共に加工することで、粉体から形成された(例えば、モノリシクな層に共に結合した粉体粒子から形成された)外側層を含む多層複合材スキンおよび、外側層に結合した複合材スキン(例えば、複合材スキンは硬化したポリマ樹脂から形成されたポリマトリックスおよびポリマトリックスに埋設された繊維を含むことができる)を生成することができる。一実施形態において、粉体およびポリマ樹脂のための硬化剤は、粉体およびポリマ樹脂に同一の硬化温度を提供するために添加することができる。一実施形態において、粉体およびポリマ樹脂のための硬化剤は、粉体およびポリマ樹脂に異なる硬化温度を提供するために添加することができる。

【0077】

図8Aは、一実施形態に従った、部分的なスタックアセンブリ130の多層複合材スキン140上への位置付けを概略的に図示している。例えば、多層複合材スキン140は、第1の成形型部分402の成形表面403上のような、成形表面上に位置付けることができる。一部の実施形態において、多層複合材スキン140は、圧縮成形型200(図7A~7B)から除去することができ、第1の成形型部分402を含むことができる圧縮成形型400(図8B)の中に設置することができる。部分的スタックアセンブリ130は、

10

20

30

40

50

多層複合材スキン 140 上に位置付けることができ、一方多層複合材スキンは第 1 の成形型部分 402 の成形表面上にとどまる。一実施形態において、部分的スタックアセンブリ 130 の一部分は、第 1 の成形型部分 402 の成形表面上に位置付けることもできる。代替的に、多層複合材スキン 140 は、多層複合材スキン 140 を形成するのに用いられる第 1 の成形型部分の中（例えば、第 1 の成形型部分 202（図 7 B）の中）にとどまることができ、部分的スタックアセンブリ 130 は、多層複合材スキン 140 上に、またはそれに隣接して位置付けることができ、一方多層複合材スキンは第 1 の成形型部分 202（図 7 B）の成形表面上にとどまる。

【0078】

一部の実施形態において、成形型キャピティ 406 は、上の成形型部分 404 の内部表面 420、下の成形型部分 402 の内部表面 403 により境界付けることができる。一実施形態において、上の成形型部分 404 および下の成形型部分 402 の間の成形型キャピティの高さは、成形型 400 を閉じたときにスタックアセンブリ 130 を圧縮するために圧力を生じさせることができるように、スタックアセンブリ 130 の厚さを含む合計の厚さよりも小さくてもよい。

10

【0079】

一実施形態において、成形型 200 の第 1 の成形型部分 202 は、第 2 の成形型 400 の第 1 の成形型部分 402 と概ね同一および / または交換可能であることができる。並行操作において、第 1 の成形型 200 は、表面欠陥またはピンホールが概ね存在しない外側表面を有する複合材積層体を形成する、第 1 の成形操作を行うことができる。同時に、第 2 の成形型 400 は、複合材サンドイッチを形成する第 2 の成形操作を行うことができる。この並行加工は、（例えば、順次加工と比較して）生産サイクルタイムを低減することができる。

20

【0080】

上述のように、複合材サンドイッチは、実施形態により様々であり得る。同様に、部分的スタックアセンブリ 130 は、実施形態により様々であり得る。一部の実施形態において、部分的スタックアセンブリ 130 は、コアブランク 131、コアブランク 131 にその第 1 の側面で隣接および / または結合もしくは接着して位置付けられる発泡体 132、およびコアブランク 131 に隣接してまたはその上に位置付けられる（例えば、ポリマ樹脂を含浸させた）含浸繊維シート 133 を含むことができる。一部の実施形態において、含浸繊維シート 133 は、コアブランク 131 を少なくとも部分的に包むことができる。

30

【0081】

一実施形態において、部分的スタックアセンブリ 130 は、多層複合材スキン 140 に対して押し当てかつ / またはそれに（もしくはそれと共に）結合することができる。一部の実施形態において、多層複合材スキン 140 を部分的スタックアセンブリ 130 に結合させる前および / またはその間、多層複合材スキン 140 の少なくとも一部分は、少なくとも部分的に粘性または未硬化であることができる（例えば、多層複合材スキン 140 の含浸繊維シートの樹脂は、少なくとも部分的に未硬化であることができる）。代替的に、多層複合材スキン 140 は、完全に硬化または凝固することができる。

40

【0082】

一実施形態において、部分的スタックアセンブリ 130 および多層複合材スキン層 140 は、共に押し当てかつ / または加熱して複合材サンドイッチ（例えば、複合材サンドイッチ 100 a（図 2））を形成することができる。例えば、図 8 B に示されるように、多層複合材スキン 140 および部分的スタックアセンブリ 130 を共に位置付けまたは積み重ねた後、圧縮成形型 400 の第 2 の成形型部分 404 を（部分的スタックアセンブリ 130 および多層複合材スキン 140 から形成された）完全なスタックアセンブリ 150 の上に設置することができる。より具体的には、第 1 および第 2 の成形型部分 402、404 を共に閉じて、中でスタックアセンブリ 150 を圧縮および / または加熱して複合材サンドイッチを形成することができる、成形型キャピティ 406 を形成または画定することができる。

50

【0083】

上述のように、複合材サンドイッチは、平面状および/または非平面状の表面を有することができる。成形型キャビティ406の成形表面は、対応して形付けられかつ/または構成された複合材サンドイッチを形成するのに好適であることができるように、平面状および/または非平面状であることができる。図示された実施形態において、成形型キャビティ406の成形表面は、対応して曲面状の外側表面を有する複合材サンドイッチを形成するように曲面状であることができる(例えば、圧縮成形型400の中で形成される複合材サンドイッチは、複合材サンドイッチ100a(図2)と類似または同一であることができる)。

【0084】

いずれにしても、組み合わされた複合材アセンブリ150の要素の様々な成分および要素を共に圧縮および/または加熱することにより、複合材サンドイッチをそれらから形成することができる。詳細には、例えば、そのような複合材サンドイッチは、ピンホールおよび/または他の欠陥が実質的に存在しないことができる外側表面(例えば、粉体から製作された外側層により形成される外側表面)を有することができる。一部の実施形態において、コアブランク(および対応するコア)は、相対的に軟質なコア(例えば、カードボード、発泡体等)から形成することができる。例えば、相対的に軟質なコアおよび粉体から形成された外側層を含む複合材サンドイッチを形成または製作するには、上述のように、2段階工程を伴い得る。

【0085】

代替的に、1つ以上の実施形態において、複合材サンドイッチは、一段階工程で製作することができる。例えば、コアブランクは好適な降伏強さを有する材料を含むことができ、それにより上述のスタックアセンブリ(例えば、スタックアセンブリは、順次配置された粉体、含浸繊維シート、コアブランク、および第2の含浸繊維シートを含むことができる)の中に配置することができるコアブランクと共に粉体を圧縮することができる。そのため、一部の実施形態において、単一の圧縮成形型は、粉体から形成された外側表面を含む完成された複合材サンドイッチ(例えば、相対的に硬質なコアをも含む複合材サンドイッチ)を製作するために用いることができる。

【0086】

図9は、一実施形態に従って複合材サンドイッチを製作する方法のフローチャートである。例えば、この方法は、成形型または成形型キャビティの加工容積内にスキニアセンブリを位置付けるアクト500を含むことができる。一部の実施形態において、スタックアセンブリは、加工容積内で組立てられ得る。上述のように、スキニアセンブリは、成形型で加工されるときに1つ以上の複合材スキンおよびそれに結合した外側層を形成することができる、多数の成分および要素を含むことができる。例えば、スキニアセンブリは、互いに隣接して位置付けられる、ポリマ樹脂を含浸させた1つ以上の繊維シートならびに熱可塑および/または熱硬化粉体(例えば、ある容積の粉体)を含むことができる。

【0087】

少なくとも一実施形態によれば、成形型キャビティを画定するために成形型を閉じる前に、繊維シート上にポリマ樹脂を吹き付けることができる。樹脂を吹き付けるには、大きな部品を大量生産するための市販の吹き付けヘッドを用いることができる。低圧圧縮成形工程のためには、市販の吹き付けヘッドの代わりに、小さな部品またはプロトタイプを少量生産するためにホット圧力ポットを用いることができ、これは製造コストを低減することができる。低圧ホットポットは、樹脂を吹き付けることが可能である。

【0088】

ポリマ樹脂は、ポリウレタン、エポキシ、別の好適なポリマ樹脂、または先述のうちのいずれかの混合物であることができる。低粘度混合物は、吹き付けがより容易であることができる。ポリマ樹脂は、ホット圧力ポット(hot pressure pot)の中で樹脂を温めることにより、また圧縮成形まで硬化開始を遅らせるために、粘度を低減することができる。混合物を含めたポリマ樹脂の硬化剤は、エポキシおよびポリウレタンが

10

20

30

40

50

おおよそ同一または類似の硬化時間を有するように選択することができる。この同一または類似の硬化時間を促進することで、2つの熱硬化物（例えば、エポキシおよびポリウレタン）が、ポリマ樹脂の中の一熱硬化物が原因で硬化工程が延長されることなく、共に硬化を完了するのを可能にすることができる。追加的または代替的に、樹脂または混合物を繊維シート上に散布または流し込むことができる。少なくとも一実施形態において、繊維シートは、樹脂および/または混合物（例えば、ポリウレタンおよびエポキシの混合物）の流れに浸すことができ、またはそれを通り抜けることができる。

【0089】

一実施形態において、方法は、成型型の成型型キャビティの加工容積および繊維シートから少なくとも一部の気体を除去するアクト510を含むこともできる。例えば、上述のように、真空ポンプは成型型キャビティから気体を排気させ、それにより減圧またはその中に少なくとも部分的な真空を生成することができる。追加的または代替的に、気体の少なくとも一部は、成型型を閉じスキナセンブリを圧縮することにより、成型型キャビティおよび含浸繊維シートから除去または吸引することができる（例えば、成型型キャビティは、成型型キャビティおよび圧縮された含浸繊維シートからの気体が成型型キャビティから抜けることを可能にする、1つ以上の開口部またはベントを有することができる）。さらにまた、成型型キャビティから気体を除去することで、スキナセンブリからの気体を除去することができ（例えば、含浸繊維シートからの気泡またはエアポケットを除去することができ）、かつ/または、空洞がより少ないもしくは空洞が実質的に存在しない複合材スキンを形成することができる。

10

20

【0090】

方法は、成型型キャビティの中のスキナセンブリを圧縮および加熱するアクト520をも含むことができる。詳細には、例えば、スキナセンブリを加熱し圧縮すると、ポリマ樹脂は硬化し、かつ/またはコアブランクに含浸繊維シートを結合させることができる。さらに、粉体ペレットは、含浸繊維シートと共に結合し、含浸繊維シートから形成された複合材スキン層に結合した、固体かつ/または概ねモノリシックな外側層を形成することができる。

【0091】

一実施形態において、スキナセンブリに印加する加工圧力は、5パール～10パールの範囲（例えば、約6パール（約88psi））であることができ、これは従来のRTMで典型的に用いられる約120パール（1764psi）の圧力よりも著しく低いものであり得る。ただし、加工圧力は10パールより大きくても5パールより小さくてもよいことを理解すべきである。本明細書に記載のアクトまたはステップは、実施形態によって様々であり得る任意の好適な順序で行うことができることも理解すべきである。

30

【0092】

一実施形態において、第2の成型型部分は、樹脂が第2の成型型部分から第1の成型型部分へゲル化開始するように、（例えば、粉体に接触することができる）第1の成型型部分より高い温度で加熱することができる。このような加熱およびゲル化工程は、不連続繊維の中に溜まっている気体を、繊維および第1の成型型部分の間に位置付けられ得る粉体の方へ向かわせることができる。気体は、粉粒体間の間隙の中を通ることにより（例えば、真空ポンプを用いることにより）さらに除去することができる。第1の成型型部分および第2の成型型部分間の温度差は、ピンホールが存在しないかまたは多孔性が存在しない表面を形成する助けになることができる。

40

【0093】

一実施形態において、ポリマ樹脂および粉体の硬化温度は、約130に近い、類似のものであることができる。例えば、第1および/または第2の成型型部分は、125に加熱することができる。追加的または代替的に、第1および第2の成型型部分は、異なる温度に加熱することができ、例えば、上の部分を125に加熱し第1の成型型部分を135に加熱することができ、または逆にすることもできる。一実施形態において、第1の成型型部分は80にすることができ、第2の成型型部分は130にすることができ

50

、また逆にすることもできる。

【0094】

一部の実施形態において、成形型は、第1の絶縁層（図示せず）を上成形型部分の上方に含み、第2の絶縁層（図示せず）を下成形型部分の下方に含むこともできる。絶縁層の1つを除去することにより、上の成形型部分および下の成形型部分は、温度勾配を有することができ、これはピンホールまたは多孔性のような表面欠陥が実質的に存在しない表面を生成するのをさらに助けることができる。温度勾配を発生させるために使用できるヒータが1つしかないときは、絶縁層の1つを除去することができる。例えば、第1の絶縁層は上の成形型部分をより高い温度で維持することができ、一方第2の絶縁層は下の成形型部分をより低い温度で保つために除去することができる。他の実施形態において、下の成形型部分は、第1のヒータにより第1の温度に加熱することができ、上の成形型部分は、第2のヒータにより第2の温度に加熱することができる。

10

【0095】

一部の実施形態において、繊維シートを含浸するポリマ樹脂は、粉体より低いガラス転移温度を有するポリウレタンおよびエポキシの混合物であることができる。例えば、粉体は約180のガラス転移温度を有することができ、ポリマ樹脂の中のエポキシは約168のガラス転移温度を有することができる。第1の成形型部分が相対的に低い温度であるとき、粉体は硬化なしで加熱することができる。例えば、粉体は、粉体の温度が約130に達する前に約90秒のゲル化時間を有することができ、これにより含浸繊維シートの中に溜まっている気体または空気を真空処理し、より良好な表面仕上がりを得ることを可能にすることができる（例えば、空気は未硬化および/または未結合の粉体ペレットの間を流れることができる）。

20

【0096】

上述のように、成形型は第1および第2の成形型部分を含むことができる。一部の実施形態において、第1および第2の成形型部分は、異なる温度を有することができる。例えば、第1および第2の成形型部分間の温度差は、最大50であり得る。温度差が約50まで増大すると、成形型の異なる温度での異なる熱膨張が原因の寸法差が過度に大きくなり、例えば成形型を閉じるときにスキニアセンブリに高い局所的圧力を引き起こし得る。この高い局所的圧力は、結果的に著しい成形型の摩耗をもたらす得る。

【0097】

一部の実施形態において、第1および/または第2の成形型部分は、（例えば、スキニアセンブリの加工の間に）振とうまたは振動させることができ、これは成形型キャビティの中の空気の流れまたは循環を促進することができる。例えば、この第1および/または第2の成形型部分を振とうまたは振動させることで、（振とうも振動もさせていない成形型キャビティと比較して）成形型キャビティの大部分でより均一な熱および/または温度分布を生成することができる。

30

【0098】

一部の実施形態において、エポキシ（例えば、繊維シートに含浸したエポキシ）は、約98%硬化するのに約6~7分かかり得る。（樹脂含浸繊維シートから形成された）複合材スキンは、硬化の間に（樹脂含浸繊維シートの体積と比較して）約2.5~3%収縮し得る。一実施形態において、（例えば、含浸繊維シートおよび/または粉体の中の）完全なエポキシの硬化は、（例えば、スキニアセンブリを圧縮成形型の中で加工した後に）オープンでの後加工または後硬化により促進することができる。例えば、オープンでは、室温から高い温度へ2のランプで加熱することができる。例えば、複合材は約180に加熱することができ、一定の時間、例えば1時間以上、約180でとどめることができ、このことで粉体および/または樹脂の完全な硬化を確保することができる。一実施形態において、（例えば、本明細書に記載のように、圧縮成形型の中でスキニアセンブリを加工することにより形成することができる）部分的に加工された多層複合材スキンは、オープンの中で加熱する間のような後硬化の間に（最初の加工の後に）さらなる収縮を示さないことができ、eコーティングのような後加工の間にさらなる収縮を示さないことができる

40

50

。いくつかの加工条件下では、後硬化の間に樹脂をゆっくり温めることで熱衝撃の発生を低減することができる。多数の複合材部品は、オープンに設置することができ、かつ同時に後硬化加工にさらすことができることを理解すべきである。

【0099】

一部の実施形態において、粉体材料が繊維シートを含浸するポリマ樹脂の硬化温度と同一または類似の硬化温度を有するとき、成型型を高い温度に加熱することができる。具体的には、成型型は、ポリマ樹脂および/または粉体の硬化温度に加熱することができる。代替的に、粉体材料が、繊維シートを含浸するポリマ樹脂より高い硬化温度を有する場合、成型型は第1の高い温度に加熱してポリマ樹脂を硬化させることができ、次いで第2の高い温度にさらに加熱して粉体を硬化させることができる。少なくとも一実施形態において、繊維シートを含浸するポリマ樹脂は、粉体材料より高い硬化温度を有することができ、成型型は第1の高い温度に加熱して粉体を加熱することができ、次いで第2の高い温度にさらに加熱してポリマ樹脂を硬化させることができる。

10

【0100】

一部の実施形態において、ポリマ樹脂は、高い粘度を有する第1の熱硬化物および低い粘度を有する第2の熱硬化物のブレンドまたは混合物を含むことができる。ポリマ樹脂は、熱硬化物および熱可塑性物の混合物を含むこともできる。例えば、熱可塑性物は、混織繊維 (commingled fiber) であることができる。一般的には、熱硬化物は、硬化前は液体形態であることができる。例えば、ポリマ樹脂は、90psi未満のような低い圧力でポリマ樹脂を吹き付けることができるように、硬化前に液体形態であることができ、かつ(例えば、混合されていないまたはブレンドされていないポリマ樹脂と比較して)低い粘度を有することができるが、より詳しくは、本願と同時に出願された「Multicomponent Polymer Resin, Methods For Applying The Same, And Composite Laminate Structure Including The Same」という表題のPCT国際出願(代理人整理番号243721WO01_496714-25)に記載されている。

20

【0101】

一部の実施形態において、ワックス、シリコン等のような成型型離型剤は、1つ以上の成形表面に塗布し、圧縮成型型からの多層複合材スキンの除去を促進することができる。少なくとも一実施形態において、特にシリコン成型型離型剤が、加工後に塗装が意図される多層複合材スキンの表面に接触するであろう場合には、シリコン成型型離型剤は望ましくないことがある。

30

【0102】

一部の実施形態において、スキンアセンブリを加工することで、ピンホールまたは多孔性が実質的に存在しない外側表面を有する外側層を生成することができる。追加的または代替的に、外側層の外側表面は、後加工のために高い温度に耐えることができるように、高いガラス転移温度を有するポリマを含むことができる。一部の実施形態において、外側層は少なくとも約180の温度にさらすことができる。

【0103】

図10は、1つ以上の実施形態に従った複合材サンドイッチを製作する方法のフローチャートである(これは、例えば、本明細書に記載の複合材サンドイッチを製作するために用いることができる)。一部の実施形態において、方法は、第1の成型型部分を静電的に帯電させるアクト600を含むことができる。例えば、第1の成型型部分は、帯電した熱可塑性および/または熱硬化粉体をその中に保持する助けにするために帯電させることができる。静電的に帯電させることで、粉体の浪費を低減する助けになることもでき、かつ/または概ね粉体が存在しない成型型を囲む作業空間を保つこともできる。

40

【0104】

一実施形態において、方法は、1つ以上の粉体(例えば、上述のように、熱可塑性および/または熱硬化粉体)を第1の成型型部分の上および/または中に設置するまたは配するアクト610を含むことができる。例えば、粉体吹き付けガンは、第1の成型型部分の上

50

および/または中へ粉体を吹き付けることができる。その上、一部の実施形態において、粉体は、第1の成形型部分の1つ以上の表面の上および/または上方に、概ね均一に吹き付けることができる。粉体を成形型表面に塗布することにより、繊維の中に溜まっている空気は、繊維層およびツール表面の間隙を通じて、ならびに粉体の個々の粒体間または粒子間隙または空間を通じて取り出すことができる。粉体は、実質的にピンホールを有しない複合材サンドイッチの外側表面の形成を促進することもできる。一部の実施形態において、圧縮および/または融解もしくは硬化した粉体から形成された外側表面は、実質的に耐水性または防水性であることもできる。

【0105】

一般的には、粉体の粒体または粒子は、サイズおよび/または形状が様々であり得る。一部の実施形態において、粒体または粒子は、不連続繊維の中に溜まっている空気が、真空処理により、または成形型キャビティからの空気の吸引または排気を可能にする（例えば、粒体間の空間の中を通ることにより）ことにより、効率的に除去されるのを可能にするように、サイズを合わせかつ/または形作ることができる。一部の構成において、連続繊維は、不連続繊維よりも空気をためにくい可能性がある。少なくとも一実施形態において、空気は、RTMからリサイクルされた廃繊維から効率的に除去することができる。用いる粉体の量は、実施形態により様々であり得るが、特に、粉体の粒体のサイズおよび/または形状に依存し得る。

10

【0106】

方法は、少なくとも1つの部分的なスタックアセンブリを第1の成形型部分の上および/または中に配するアクト620を含むこともできる。上述のように、例えば、複合材サンドイッチは、2段階で製作することができる。一部の実施形態において、製作の第1段階において、多層複合材スキンは、熱可塑および/または熱硬化粉体ならびに樹脂含浸繊維シートを加工することにより形成することができる。詳細には、熱可塑および/または熱硬化粉体ならびに樹脂含浸繊維シートは、共に圧縮しおよび/または加熱し、（含浸樹脂シートから形成される）複合材スキンと、（製作の間に共に結合することができる粉体から形成される）ピンホールおよび/または他の欠陥が実質的に存在しない外側表面を有することができる外側層とを含むことができる、多層複合材スキンを形成することができる。例えば、（例えば、粉体をコアブランクと共に圧縮することでコアブランクが損傷され得るような）スタックアセンブリが相対的に軟質なまたは低い降伏強さのコアブランクを含むとき、粉体は含浸繊維シートと共に、製作の第1段階においてコアブランクから隔離して加工され、ピンホールまたは表面欠陥が概ね存在しない表面（例えば、Aクラス表面仕上がり）を有する複合材積層体を生成することができる。このため、一部の実施形態において、多層複合材スキンを形成した後の製作の第2段階において、多層複合材スキンは、（上述のように）コアブランクおよびコアブランクに接して位置付けられた別の含浸繊維シートを含む部分的スタックアセンブリに、付着または結合することができる。代替的に、部分的スタックアセンブリは、コアブランクの上部の発泡体をも含むことができる。

20

30

【0107】

代替的に、完全なスタックアセンブリは、コアブランクを粉体と共に圧縮することができるように、粉体の上に直接またはそれに接して位置付けることができる。例えば、上述のように、コアブランク（およびそれから形成されるコア）は、相対的に硬質であることができる（例えば、ポリカーボネートチューブから形成されるコアブランクのような、ポリカーボネートから形成されるコアブランク）。いくつかの加工条件下では、相対的に硬質なコアブランクは、加工の間の粉体圧縮に好適な圧力に耐えるために（例えば、固体かつ/または実質的にモノリシックな外側層を形成するために）十分なまたは好適な降伏強さを有することができる。このため、一実施形態において、スタックアセンブリは、ポリマ樹脂に含浸させた第1の繊維シート（例えば、ポリマ樹脂を有する第1の繊維シートは、粉体上に設置することができる）と、コアブランクと、コアブランクが第1および第2の含浸繊維シートの間位置付けられるようにコアブランク上に位置付けられた、ポリマ

40

50

樹脂に含浸させた第2の繊維シートとを含むことができ、これらは単一段階製作において粉体と共に加工することができる。

【0108】

方法は、密閉成形型の第1の部分および第2の部分によって形成される成形型の加工容積に粉体およびスタックアセンブリを密閉するアクト630を含むことができる。その上、第1および第2の成形型部分は、粉体およびスタックアセンブリに選択圧力を印加することができる。一部の実施形態において、方法は、成形型の加工容積を真空処理するアクト640を含むことができる。追加的または代替的に、上述のように、成形型を閉じる間および/またはスタックアセンブリを粉体と共に圧縮する間、キャビティの中の1つ以上の開口部またはベントを通じて気体を逃がすことにより、気体を成形型キャビティまたは成形型の加工容積から除去することができる。

10

【0109】

一実施形態において、方法は、第1および第2の成形型部分を加熱することにより粉体および/またはスタックアセンブリを加熱するアクト650を含むことができる。第2の成形型部分は、ポリマ樹脂が第2の成形型部分から第1の成形型部分へゲル化開始するように、第1の成形型部分より高い温度に加熱することができ、あるいは逆にすることもできる。このゲル化工程は、不連続繊維の中に溜まっている空気を真空処理により除去できるように、粒体間または粉体のペレット間の間隙の方へ促すことができる。一部の実施形態において、第1および第2の成形型部分間の温度差は、少なくとも5 であることができる。例えば、第1および第2の成形型部分間の温度差は、少なくとも10 、少なくとも15 等であることができる。

20

【0110】

一実施形態において、スタックアセンブリで用いられるポリマ樹脂の硬化温度は、約120 であることができる。例えば、第1の成形型部分は115 にすることができ、第2の成形型部分は125 にすることができ、代替的に、例えば、硬化温度は約125 であることができ、第1の成形型部分は120 にすることができ、一方第2の成形型部分は130 にすることができ、一般的には、硬化時間は実施形態によって様々であり得る。少なくとも一実施形態において、エポキシの硬化は、約98%硬化するのに約6~7分かかり得る。硬化すると、(例えば、未硬化のポリマ樹脂の全体積と比較して)ポリマ樹脂は約2.5~3%収縮し得る。

30

【0111】

一部の実施形態において、完全な硬化のために、複合材サンドイッチは後硬化加工にさらす(例えば、オープンまたはオートクレーブの中で加熱する)ことができる。例えば、オープンは、室温から高い温度へ2 のランプで加熱することができ、これはeコーティングのような後加工の間に遭遇することができる。一実施形態において、複合材サンドイッチは約180 に加熱することができ、一定の時間この温度で保持することができ(例えば、1時間)、これで完全な硬化を促進または確保することができ、さらなる収縮を低減または排除することができる。後硬化の間にゆっくり温めることで、熱衝撃の可能性および/または影響を低減することができる。オープンの利用効率を改善するために、複数の複合材部品をオープンに設置して後硬化加工を経ることができ、一般的には、硬化温度および硬化時間は実施形態によって様々であり得るが、特に、エポキシのタイプ、エポキシの厚さ等に依存し得る。例えば、硬化温度が増大すると、硬化時間はより短くなり得る。

40

【0112】

一部の実施形態において、カードボード、紙等を含むコアのような、相対的に軟質なコアは、熱可塑および/または熱硬化材料(例えば、ポリカーボネートチューブ)を含むことができる相対的に硬質なコアよりも、座屈が起きにくい可能性があることを理解すべきである。例えば、比較可能な負荷下で、軟質なコアは硬質なコアより大きく変形し、それにより硬質なコアより多くのエネルギーを吸収することができる。その上、一実施形態において、ランダム配向不連続繊維を含む複合材スキンは、連続繊維を含む複合材スキンより

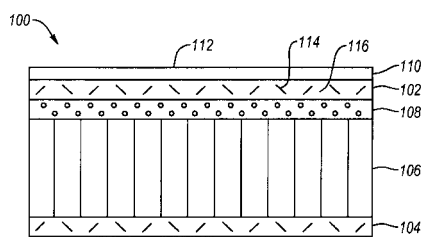
50

もよく曲げられかつ / または伸縮することができる。

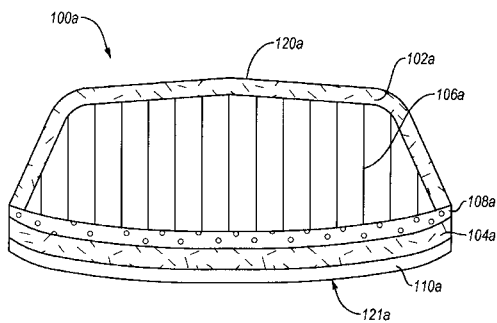
【 0 1 1 3 】

本発明は、その趣旨または本質的特性から離れることなく他の具体的な形態で実施することができる。記載された実施形態は、あらゆる点において、制約的なものではなく単に例示的なものとしてみなすべきである。したがって、本発明の範囲は、先述の明細書によってではなく、付属する請求項によって示される。請求項と均等の意味および射程内に収まる全ての変更は、本発明の範囲に包含されるべきである。

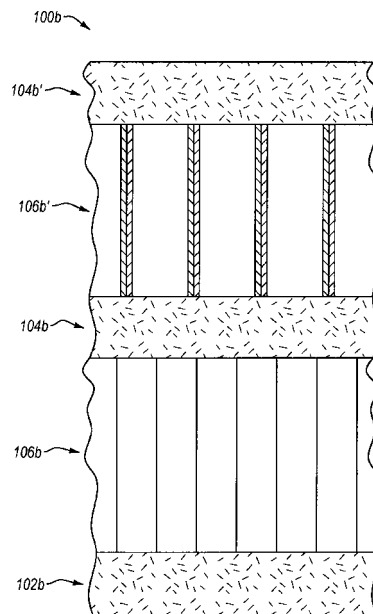
【 図 1 】



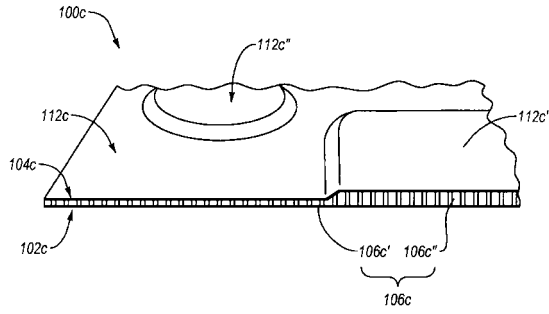
【 図 2 】



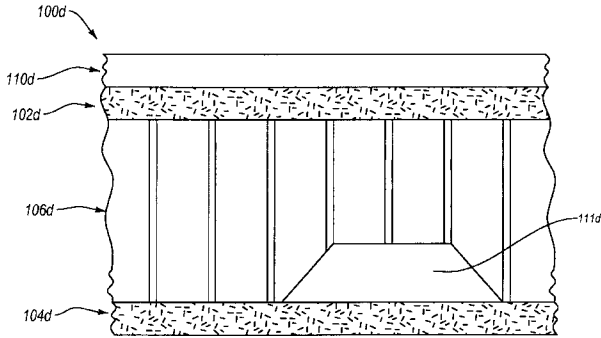
【 図 3 】



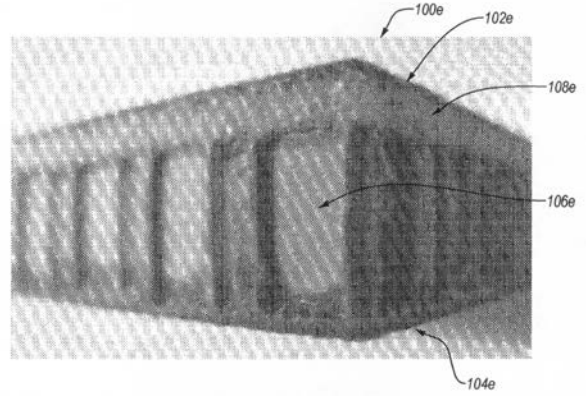
【 図 4 】



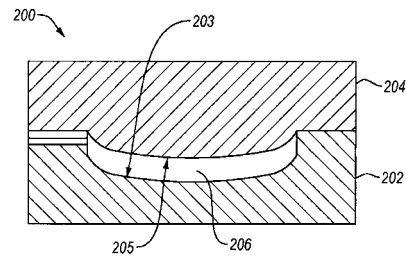
【 図 5 】



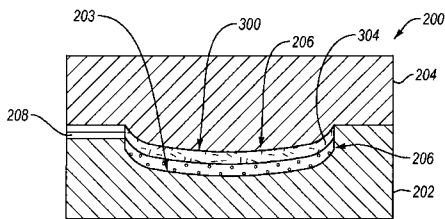
【 図 6 】



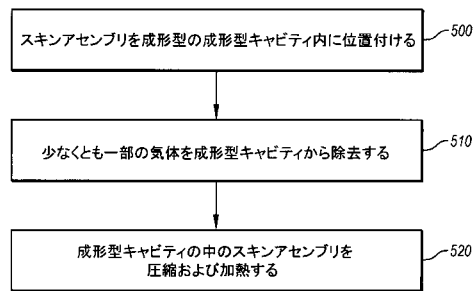
【 図 7 A 】



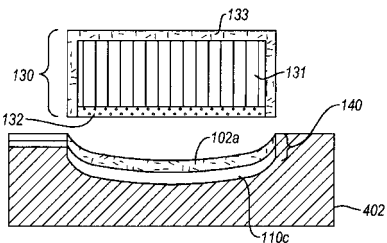
【 図 7 B 】



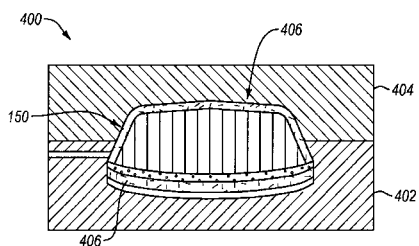
【 図 9 】



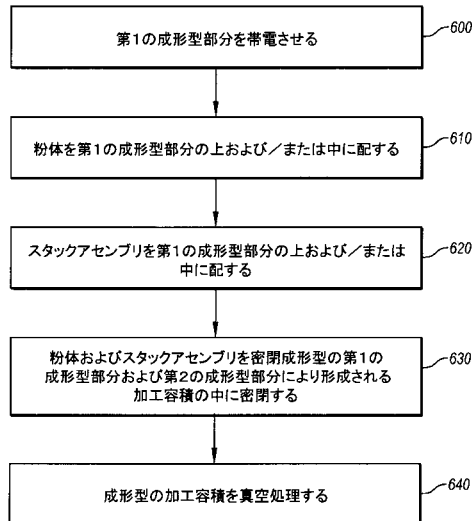
【 図 8 A 】



【 図 8 B 】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成30年11月8日(2018.11.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱可塑性材料または熱硬化材料のうち1つ以上の複数の粒体を含む粉体を、第1の成型型部分の成形表面上に位置付けるステップと、

樹脂含浸繊維シートを前記粉体上に位置付けるステップと、

前記粉体を前記樹脂含浸繊維シートと共に圧縮成型型の中で圧縮および加熱するステップであって、それにより前記複数の粒体を共に結合して欠陥が実質的に存在しない外側表面を有する実質的に固体かつモノシクな外側層を形成するステップと、

を含むことを特徴とする、方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記第1の成型型部分および第2の成型型部分が、成型型キャビティを画定し、前記粉体および前記樹脂含浸繊維シートが、前記成型型キャビティの中に位置付けられ、かつ前記方法が前記樹脂含浸繊維シートから気体を除去することをさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項3】

請求項2に記載の方法であって、前記樹脂含浸繊維シートから気体を除去することが、前記成型型キャビティから気体を除去することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項4】

請求項 3 に記載の方法であって、前記成形型キャビティから気体を除去することが、前記成形型キャビティを真空処理することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記成形表面が粉粒体の少なくとも一部を静電的に誘引するようにして前記成形表面を帯電させることをさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体が、前記樹脂含浸繊維シートの中の前記樹脂より高いガラス転移温度を有することを特徴とする、方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法であって、
部分的スタックアセンブリであって多層複合材スキン上に位置付けられたコアブランクと前記コアブランクに接し樹脂に含浸させた別の繊維シートとを含む部分的スタックアセンブリを前記多層複合材スキン上に位置付けることと、
前記部分的スタックアセンブリを前記多層複合材スキンと共に圧縮および加熱して複合材サンドイッチを形成することと、
をさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、前記複合材サンドイッチの前記外側層が、欠陥が実質的に存在しないその外側表面を形成することを特徴とする、方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の方法であって、前記コアブランクが、共に結合した複数のチューブ状部材を含むことを特徴とする、方法。

【請求項 10】

請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記コアブランクが、複数のセルであって各々がカードボード、紙、または発泡体のうち 1 つ以上を含む 1 つ以上の壁を有する複数のセルを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の方法であって、圧縮することが、約 5 パール～約 10 パールの圧力を前記第 1 の成形型部分および前記第 2 の成形型部分に印加することを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記粉体のサイズが、約 10 μm ～約 100 μm の範囲であることを特徴とする、方法。

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 62/007,670
(32)優先日 平成26年6月4日(2014.6.4)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 62/007,685
(32)優先日 平成26年6月4日(2014.6.4)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 62/108,837
(32)優先日 平成27年1月28日(2015.1.28)
(33)優先権主張国 米国(US)

Fターム(参考) 4F100 AK01B AR00C BA02 BA03 BA07 BA10A BA10C DE01A DG01B DG10C
DJ01C EJ17 EJ24 EJ42 EJ62 EJ82 JA05A JB13A JB16A JG03
YY00A
4F205 AA39 AA42 AB11 AB17 AB18 AD16 AD17 AE07 AG03 AG20
AH17 AH31 AH47 HA08 HA22 HA32 HA35 HA42 HB01 HB12
HF05 HG01 HK03 HK04 HM13 HT02 HT13