(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7148132号
(P7148132)

(45)発行日　令和4年10月5日(2022.10.5)

(24)登録日　令和4年9月27日(2022.9.27)

(51)国際特許分類

Ｂ６５Ｄ	*19/26*	*(2006.01)*	Ｂ６５Ｄ　19/26
Ｂ２９Ｃ	*70/34*	*(2006.01)*	Ｂ２９Ｃ　70/34
Ｂ３２Ｂ	*5/26*	*(2006.01)*	Ｂ３２Ｂ　5/26
Ｂ３２Ｂ	*5/28*	*(2006.01)*	Ｂ３２Ｂ　5/28
Ｂ６４Ｄ	*9/00*	*(2006.01)*	Ｂ６４Ｄ　9/00

ＦＩ

請求項の数　11　（全12頁）

(21)出願番号　特願2018-516642(P2018-516642)
(86)(22)出願日　平成28年6月10日(2016.6.10)
(65)公表番号　特表2018-527265(P2018-527265A)
(43)公表日　平成30年9月20日(2018.9.20)
(86)国際出願番号　PCT/GB2016/051718
(87)国際公開番号　WO2016/198884
(87)国際公開日　平成28年12月15日(2016.12.15)
審査請求日　令和1年5月24日(2019.5.24)
(31)優先権主張番号　1510082.9
(32)優先日　平成27年6月10日(2015.6.10)
(33)優先権主張国・地域又は機関
英国(GB)

(73)特許権者　517431458
ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
ＦＥＲＧＵＳＳＯＮ’Ｓ ＡＤＶＡＮＣＥＤ ＣＯＭＰＯＳＩＴＥ ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ ＬＩＭＩＴＥＤ
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田 誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田 博宣
(74)代理人　100142907
弁理士　本田 淳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　複合サンドイッチ構造体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ベースパネルを有するユニットロードデバイスにおいて、前記ベースパネルは、

繊維補強材料を含む上面層と、

繊維補強材料を含む下面層と、

中央コア部分であって、前記中央コア部分は、マトリックス材料中において固着された複数のミクロスフェアを含み、そのミクロスフェアは前記中央コア部分の３０容量％～７４容量％を構成する、中央コア部分と、を含んで成り、

前記上面層と前記下面層とには、前記上面層と前記下面層とを前記中央コア部分に対して固着させる前記マトリックス材料が設けられ、

前記３０容量％～７４容量％のミクロスフェアは４０μｍ未満の直径を有し、

前記下面層は前記ユニットロードデバイスの底面側に設けられ、

前記中央コア部分は、少なくとも部分的に前記３０容量％～７４容量％のミクロスフェアで充填されているセル状構造体を含んで成る、ユニットロードデバイス。

【請求項２】

前記３０容量％～７４容量％のミクロスフェアは４０ＭＰａの最小圧潰強度を有する、請求項１に記載のユニットロードデバイス。

【請求項３】

前記上面層及び前記下面層の前記マトリックス材料と、前記上面層及び前記下面層を固着させる前記マトリックス材料と、前記ミクロスフェアを前記中央コア部分に結びつける

前記マトリックス材料とは、同じ且つ互いに連続的なものである、請求項１又は２に記載のユニットロードデバイス。
【請求項４】
前記上面層、前記下面層、又はその両方の厚さは、０．２ｍｍ～３．５ｍｍである、請求項１～３の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項５】
前記中央コア部分の密度は、０．５～１．２ｇ／ｃｍ^{3}である、請求項１～４の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項６】
前記中央コア部分と１つ以上の面層との間に障壁層が配置される、請求項１～５の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項７】
前記中央コア部分は複数の異なるミクロスフェアを含み、大きさと、形状と、構造と、材料とから成る群から選択される１つ以上の特性によって前記ミクロスフェアが異なる、請求項１～６の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項８】
前記３０容量％～７４容量％のミクロスフェアは、９μｍから２５μｍの直径を有する、請求項１～７の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項９】
前記中央コア部分の構造体の２つ以上の部分が異なる構造特性を有するように、前記中央コア部分の前記構造体、組成、又はその両方の容量を異ならせる、請求項１～８の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【請求項１０】
前記パネルの前記コアの１つ以上の領域は、最大４０容量％の短繊維補強材を組み込む複合体を含んで成る、請求項９に記載のユニットロードデバイス。
【請求項１１】
前記パネルの周縁部の少なくとも一部が陥没する、又はリップ部分を形成すべく持ち上げられる、請求項１～１０の何れか一項に記載のユニットロードデバイス。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ユニットロードデバイス（航空機用単位搭載用具、以下「ＵＬＤ」という）の一部として使用するための軽量複合サンドイッチベースパネルに関する。
【背景技術】
【０００２】
航空貨物は通常、ＵＬＤ内又はＵＬＤ上にて輸送され、ＵＬＤはコンテナ又はパレットの何れかの形態であってよい。航空産業のあらゆる面と同様に、重量を減らすことは、燃料効率の改善及び操業費用の低下と同義であることから、主要な優先事項である。ＵＬＤの大部分は、現在のところ高力アルミニウム合金から製造されており、１９６０年代の最初の設計から受け継がれている。アルミニウム合金は費用、密度、及び製造性の適した組み合わせを提供する。しかし、これには２つの主要な問題点があり、その問題点は、その剛性（及び強度）対重量比と塑性変形の影響の受け易さとである。
【０００３】
複合材料と特に複合サンドイッチ構造体とは、剛性（及び強度）対重量比が高いことが公知である。
特許文献１（ドブス（Ｄｏｂｂｓ））は、一体的に織られた立体布の溝（ｆｌｕｔｅ）又はウェブの間にブタジエン－スチレン樹脂の拡散コアが配置される構造用パネルを開示している。ここでは、平らなフォームコア上にホットプレスされたファイバガラススキンから成るパレットが開示される。
【０００４】

特許文献２（ダカス（Ｄａｃｕｓ））は、セル状耐荷重性コアを有する堅牢化された四角形複合構造体を含んで成る超軽量ＵＬＤを開示している。そのセル状耐荷重性コアは、連続的な規則的ポリマー補剛層に封止され、且つ軽量材料の中空マルチチャンバプロファイルで外縁部を縁取られており、その軽量材料は、ペイロードの積み降ろしを簡単にするための平面を提示するように、平たい取付手段によって固定されている。

【０００５】

特許文献３（ファーソン（Ｐｈｅｒｓｏｎ））は、複数のサンドイッチ層から形成された中央パネルを有する航空貨物パレットを開示しており、その複数のサンドイッチ層は、樹脂及び繊維の組み合わせを有する上部スキン層と、樹脂及び繊維の組み合わせを有する下部スキン層との間に配置されたフォームコアを含んで成る。これに加えて、中央パネルは、下部スキン層と、フォームコアと、上部スキン層とを通って延びる追加の繊維によって補強されている。インタフェース層は、フォームコアの周縁部のまわりに配置されており、上部スキン層と下部スキン層との間に固着されて中央パネルを完成させる。次いで、インタフェース層に対する結合により複数のレールを中央パネルの周辺部のまわりにスナップフィットさせることによって、パレットが形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【文献】米国特許第３５５６４４８号明細書
米国特許第７８５４２０４号明細書
米国特許第８７７６６９８号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

前述で参照されるデバイスは、アルミニウム合金から製造されたものと比べてＵＬＤベースパネルの剛性対重量比が増加するという問題に対処する。しかし、それらは、それらのデバイスを操作に適さなくする異なる問題を有する。ＵＬＤは、ローラトラックとボールマットとを介して動かされ、そのようなデバイスのベースパネルは、その耐用年数の間、荷重を受けて数十キロ移動する場合がある。前述のパネルにあるように、密度の低いコアとそれに対応した低い圧縮強度とは、局所的な押込みの不具合を有し、結果として、それらのデバイスがサービスから外される。この理由によって、現在はＵＬＤにおいて前述の発明が用いられることがない。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

したがって、本発明は、ベースパネルを有するＵＬＤを対象とし、そのベースパネルは、
繊維補強材料を含む上面層と、
繊維補強材料を含む下面層と、
中央コア部分であって、その少なくとも大部分が、マトリックス材料において固着された複数の粒子を含む、中央コア部分と、を含んで成り、
その上面層とその下面層とには、その上面層とその下面層とをその中央コア部分に対して固着させるマトリックス材料が設けられる。

【０００９】

ＵＬＤのベースパネルは、複合サンドイッチ構造体を含んで成り得る。

このような構成が、既存の軽量複合サンドイッチベースパネルと同じ設計荷重要件及び操作要件を満たしながらも塑性変形及び／又は損傷形成に対して耐性を有する、軽量な構造体を提供する。ＵＬＤの主な操作要件は、永続的な変形及び破損をすることなくローラコンベヤ上を渡るためのものである。上下面補強材料と中央コア部分との組み合わせが低い曲げ剛性を招く場合、そのパネルはローラ先端部のまわりで過剰に曲がり、その補強材料に割れ目を生じさせるだろう。反対に、コアの剛性が高すぎる場合、次いでそのパネルは十分に曲がらず、小さいエリアに接触力が集中して大きな局部応力をもたらし、それに

よって、コアが経験する応力が増加した結果であるコア材料の圧壊によるパネル内の永続的押込として現れるコアの不具合をもたらす。したがって、総合的なベースパネル曲げ剛性は、これらの不具合機構のうちの両方の可能性を最小限にする一方で、依然として軽量である。本発明は、補強材料の上下層内に粒子とマトリックス材料との組み合わせを用いることによってこの問題に対処する。

【００１０】

繊維補強材は炭素、アラミド、玄武岩及び／又はファイバガラスに由来する繊維を含んでおり、任意の織布（例えば、平織、綾織、サテン、スプレッドトウ織物又はノンクリンプ織物（ＮＦＣ）、一方向織物、又はそれらの任意の組み合わせ）から製造されることができる。

【００１１】

好適には、その粒子は主にミクロスフェアである。パネルのコアは、マトリックス材料に囲まれた高い強度のミクロスフェアを含み、複合フォームを形成する。このコアは、上下部繊維補強面層間に固着されて、軽量で剛直な構造体を形成する。これは、ミクロスフェアの選択に基づき、従来の密度の低いフォームコア又はハニカムよりも剛性対重量比がわずかに高いものの、そのパネル面に対して垂直な方向の圧縮強度がより大幅に強いパネルをもたらすことができる。予測を超えた効果として、ミクロスフェアが特定の大きさの範囲内にある場合、本発明によるＵＬＤのコアは、単独で得られたミクロスフェア又はマトリックス材料のどちらか個々の圧縮強度よりも有意に高い（２倍以上の）圧縮強度を呈する。

【００１２】

サンドイッチ構造内に複合フォームを使用することは、追加の利益を提供する。例えば、高温（摂氏８４０度の炎など）を前提とする場合であっても、このようなサンドイッチ構造は火及び発火に対する耐性が高く、ＵＬＤ又はそのサンドイッチパネルは自己消火性である。さらに、複合面層における繊維は、ミクロスフェアをコア内に制限し、そのような極度の熱の下でも融けた／燃えている樹脂がパネルからこぼれ出ることを阻止する。

【００１３】

ミクロスフェアの構造体は中空であることが好適である。中空のミクロスフェアを使用することで、パネルの重量はさらに減少する。

好適には、ミクロスフェアの大部分は４０ＭＰａの最小圧潰強度を有する。このような圧潰強度は、そのパネルを使用不可能にする塑性変形のリスクを減らす。

【００１４】

一実施形態において、ミクロスフェアの大部分は４０μｍ未満の直径を、一態様においては３０μｍ未満の直径を、一部の実施形態においては２０μｍ未満の直径を有する。

特に有利な構成では、繊維を上面層及び下面層に結びつけるマトリックス材料と、上面層及び下面層をコアに固着させるマトリックス材料と、粒子を中央コアに結びつけるマトリックス材料とは、同じ且つ互いに連続的なものである。これは単一マトリックス相構造体を形成する。単一のマトリックス相の形態の単一マトリックス材料を使用することで、パネルの外側層が分離するリスクが減少し、パネル全体を通して強い固着が生じる。繊維補強材とコア内の粒子とは、その構成を硬化する前に、共にこのようなマトリックス材料に混ぜられ得る。これに代えて、マトリックス材料は、繊維を上面層及び下面層に結びつけるマトリックス材料と、上面層及び下面層をコアに固着させるマトリックス材料との間でのみ、又は上面層及び下面層をコアに固着させるマトリックス材料と粒子を中央コアに結びつけるマトリックス材料との間でのみ、同じ且つ互いに連続的なものであってよい。

【００１５】

好適には、上面層及び／又は下面層の厚さは、０．２ｍｍ～３．５ｍｍである。このような厚さによって、パネルに対して軽量且つ強い外面が提供される。

好適には、中央コア部分の密度は、０．５～１．２ｇ／ｃｍ^{3}である。これによって、使用時に押込みに耐える十分な強度を有する軽量パネルが形成される。

【００１６】

一態様において、中央コア部分はセル状構造体を含んで成り、好適には、そのセル状構造体は開放セル状構造であり、少なくとも部分的に粒子で充填されている。そのセル状構造体はハニカム構造の形態であってよく、そのハニカム構造は、アルミニウム合金から、又はガラス繊維若しくはアラミド繊維によって補強された複合材料から成り得、任意のまとまった形状に配置され得る。セル状構造体を使用する際、構造上の２つの追加の利益が実現される。第１には、パネルの耐久性が、ハニカムを有しない複合フォームコアの耐久性よりも高いことである。セル状構造体がコアに組み込まれたパネルは、ローラコンベヤ上を渡る際に、予測した以上にき裂進展に対して高い耐性を示す。第２に、製造プロセスに基づいて、作成されたパネルは、より均一な厚さ分布を有する、より平らな面仕上げを有する。繊維補強複合体の剛性及び強度は繊維構成に直接影響され、より平らな面が、それらの特性における低い変動性をもたらす。これはパネルに対してより少ない弱点をもたらし、パネルの耐久性を増加させる。

【００１７】

好適な態様において、中央コア部分と１つ以上の面層との間に障壁層が配置される。中央コア部分と面層との間に障壁層を用いることで、粒子がそのコア部分から外側層へと移動するリスクが減少する。障壁層は、軽量なベール、布、又は紙を含んでよく、液体（特に、マトリックス材料）に対して浸透性を有する一方でコアの粒子に対して浸透性を有しない任意の材料を含んでもよい。

【００１８】

さらなる態様において、中央コア部分は複数の異なる粒子を含み、大きさと、形状構造と、材料とから成る群から選択される１つ以上の特性によってこれらの粒子が異なってよい。

【００１９】

追加の粒子は様々な大きさの規模でミクロスフェアに対して組み込まれてよく、コアの総合的な性能、具体的には材料の破壊靭性を改善し得る。１０～２００ｎｍの大きさの範囲内のシリカ粒子などのナノスケール粒子が、中実粒子として案内されてよい。これに代えて、又はこれに加えて、樹脂内にブロックコポリマーが溶解していてもよい。その樹脂が凝固するとブロックコポリマーが溶解しなくなり、その樹脂溶液は、ブロックコポリマーが粒子及び／又は共連続ネットワークへと自己組織化する不連続な相へと分解する。

【００２０】

好適には、粒子そのものは、コアの３０容量％～７４容量％を構成してよく、より好適には、コアの５０容量％～７０容量％を構成してもよい。コアの強度と重量とのバランスをとるためには、コアの大部分が、マトリックス材料内に保持された粒子から成ることが好適である。

【００２１】

有利な構造では、そのコアの２つ以上の部分が異なる構造特性を有するように、コアの構造体の容量を異ならせる。コアの構造体の容量が異なることによって、強度と他の構造特性とが局所的に変更され得る。これは、さらなる部分が、例えばリベット又はボルト締めされた接合部によって、パネルに対して取り付けられる、又はパネルに組み込まれる場合、特に望ましい。コア構造体が異なる、パネルの縁部からの距離は、およそ４０ｍｍであってよいが、この距離は、パネルの最大長さの０％～２５％で異ならせてもよい。

【００２２】

好適には、パネルの縁部において、粒子が短繊維補強材など他の材料にほぼ置換されるように、コアの構造体を変更することができる。短繊維補強材は、短繊維補強材そのものがコアの０容量％～４０容量％を構成し得るように、そのコア中の少なくとも一部、又は全部の粒子を置換することができる。

【００２３】

別の実施形態では、パネルの縁部において、２つの面層の間に配置された（しかし、パネルの縁部を越えて延びる）補強材料によって複合フォームが置換されるように、コアの構造体を変更することができる。この補強材料は、中実な複合積層部、アルミニウム合金

、鋼、他の金属、合金、又はプラスチックから成り得る。補強材のストリップを設けることにより、パネルの強度及び剛性を局所的に調節することが可能になる。

【００２４】

本発明のパネル、特に補強材料が設けられるものは、ＵＬＢにおけるベースパネルとして使用されるか、又は既存のベースパネルの代わりに置き換えられ得ることで既存のＵＬＤに対して機械的に締結されることができる。複合サンドイッチ構造体は締結具の接合荷重への耐用において比較的に劣っている。その一方で、材料の組成及び／又は幾何形状が変更された中央コアの周縁の領域を使用することにより、このパネルは、そのような接合部において及ぼされる力に対して、より耐性を有することが可能になる。

【００２５】

この点において、パネルの周縁部の少なくとも一部が陥没して、又はリップ部分を形成すべく持ち上げられていてもよい。リップ部分を形成することによって、外縁部品を所定の位置でパネルに対して位置合わせし、皿穴（ｃｏｕｎｔｅｒｓｕｎｋ）タイプ以外の締結具を使用して締結する。その外縁部分がパネルの陥没部分の下に配置されている場合、次いで、接合部は好適には、き裂開口引張状態ではなく圧縮荷重状態にある。

【００２６】

好適には、ＵＬＤのベースパネルは本明細書に記載されるような軽量複合サンドイッチパネルである。その複合フォームと軽量繊維補強面層とは、ＡＫＥタイプのＵＬＤと同等なアルミニウム合金ＵＬＤベースパネルよりも重量が最大６０％少なくできるパネルになる。本発明におけるＵＬＤは、動作中に発生する高い圧縮荷重と得られた接触応力とに対して、より耐性を有する。

【００２７】

好適には、１つ以上の面に対して摩耗層が取り付けられてよい。上部補強層及び／又は下部補強層の外側に、アラミド、ポリアミド、ポリエチレン、又は摩耗耐性の高い類似の材料が配置されてよい。

【００２８】

複数の縁レールがパネルの周縁部の少なくとも一部のまわりに配置されてよい。これらのレールは、パネルをＵＬＤの残りの部分に結合することができる。パネルに不具合が生じないように、そのパネル並びに／又はＵＬＤの材料及び／若しくは幾何形状が変更されてよい。

【００２９】

好適には、ＵＬＤの縁レールは接着剤によって接合され得る。接着剤を使用することによって、パネルの外層に穴をあけることなくＵＬＤの縁レールとベースとの間の固着がもたらされる。

【００３０】

コアは、マトリックス材料に囲まれた高い強度のミクロスフェアから製造された低密度の複合フォームから成る。周縁領域における材料の組成及び／又は幾何形状に対する改変は、パネルが外縁部品に対して接合されることを容易にする。

【００３１】

本発明は、本発明にしたがってＵＬＤを製造する方法に及ぶ。

本発明は、

一定の面に下面層を設ける工程であって、ベースレイアップは第１の補強材料層を含んで成る、下面層を設ける工程と、

そのベースレイアップ上にコア層を設ける工程であって、そのコア層は、開放セル状構造を含んで成り得、固着していない粒子によって少なくとも部分的にそのコア層を充填させている、コア層を設ける工程と、

そのコア層の上に上面層を設ける工程であって、トップレイアップは第２の補強材料層を含んで成る、上面層を設ける工程と、

密封されたエンクロージャ内にその構成を封止する工程であって、そのエンクロージャには、そのエンクロージャの内部との流体連通を可能にする１つ以上の導管が設けられる

、構成を封止する工程と、
圧力差によってその構成中にマトリックス材料を案内する工程と、
そのマトリックス材料を硬化する工程と、を用いることによって製造されることができる。

【００３２】
その導管は、その構成の上又は下に配置されてよく、エンクロージャを通過して、圧力差を生じさせるべくそのエンクロージャから空気を除去することを可能にする。これに加えて、又はこれに代えて、１つ以上の導管を通ってマトリックス材料がエンクロージャに入ってよい。エンクロージャ内に封止される前に、その構成に対して添加剤及び他の要素が加えられてよい。

【図面の簡単な説明】

【００３３】
【図１】本発明による１つのパネルの鉛直方向における断面図。
【図２Ａ】本発明による１つのパネルの水平方向における断面図。
【図２Ｂ】本発明による１つのパネルの鉛直方向における断面図。
【図３】２つのパネルの変形を示すグラフ。
【図４】本発明による第２のパネルの鉛直方向における断面図。
【図５】本発明による第３のパネルの鉛直方向における断面図。
【図６】本発明による第４のパネルの鉛直方向における断面図。
【図７】本発明による第５のパネルの鉛直方向における断面図。

【発明を実施するための形態】

【００３４】
本発明の一実施形態は、添付の図面を参照して例としてのみここに記述される。
図１では、上面層１と下面層５とを含んで成り、複合フォームコア３を挟む複合サンドイッチベースパネルを示す。そのコアの両側は、障壁層２及び４である。次に、パネル全体が複数の外縁部品（図示せず）によって囲まれている。縁部品がパネルに対して取り付けられる領域には、複合コア３の局所的材料組成に変更があってよく、周縁領域の局所的幾何形状に変更があってよく、またはその両方であってよい。摩耗層６は、下面層５に対して固着され得る。

【００３５】
使用される製造プロセスに基づいて、本発明の一部の実施形態は複合フォーム３に含まれるセル状構造体を備える。図２Ａは、複合フォームコア３に含まれる六角形セル状構造体１２の水平方向における断面であり、図２Ｂは、複合フォームコア３に含まれる六角形セル状構造体１２の鉛直方向における断面である。同様に、使用される製造方法は、コアと頂部スキンとの間に障壁層２が備えられる必要がないこと、及び／又はコアと底部スキン層との間に障壁層４が備えられる必要がないことを意味し得る。最後に、本発明の一部の実施形態は、摩耗層６を省略してもよい。

【００３６】
複合フォームコア３は、軽量な中空ガラスミクロスフェアを含有するマトリックス材料から製造される。このミクロスフェアの大部分は、４０μｍ以下、好適には９～２５μｍの範囲の直径及び／又は４０ＭＰａ超の圧潰強度を有する。複合フォームコア３は、５０～７０容量％のミクロスフェアを含み、そのミクロスフェアはエポキシ樹脂マトリックス材料によって囲まれている。

【００３７】
本発明は、０度／９０度／プラスマイナス４５度のスキン用レイアップにおいて炭素繊維強化エポキシを用いてよいが、他のレイアップが使用されてもよい。明確に、角度がついたレイアップが他の材料と共に使用されてもよい。

【００３８】
ＩＡＴＡ規則は、全てのＵＬＤのベースに対して押込試験が実施され得ることを示している。図３では、本発明（ＦＣＦ３０）によるパネルと、従来の高強度フォームコア（Ｇ

ｕｒｉｔ（登録商標）Ｍ２００）から構成されたパネルとの上で経験されたこのような力を比較して、静的押込試験の結果を示す。両方のパネルは、同じコア厚さ、面層材料及び面層厚さを有していた。荷重コンディションは、Ｉｎｓｔｒｏｎ（登録商標）５５８５Ｈ材料試験機によって球状の鋼球（通常は航空機用積荷の床材において使用される）をパネルへと押し付けることにより再現させた。この試験の結果を図３のグラフに示す。確認できるように、同じ荷重について、従来のフォームコアから製造されたパネルの最大押込みは、本発明よりも６倍を超えて大きい。従来のフォームコアパネルは弾性変形することによって航空機からの荷下ろしが困難になる一方で、本発明によるパネルは変形が有意に少なく、したがって荷下ろしが簡単になる。

【００３９】

図４に示すように、一実施形態において、パネルの周縁部における複合フォームの組成は、ミクロスフェアが減少して０％となり、次いで、その複合フォームの最大４０容量％を構成する短繊維補強材７によって置換されるものである。このような実施形態は、平均１００μｍの繊維長を有するミルド炭素繊維補強材を使用するが、短繊維は、炭素繊維、アラミド繊維、玄武岩繊維、及び／又はファイバガラス繊維であってよい。中央パネルコアから周縁部への組成における変更を容易にするために、周縁領域はセル状ハニカムを含有し得る。これは、中央複合フォームコアの残りから、局所的に変更されたコア材料を仕切る。これに代えて、短繊維補強材は中央コア内にのみ配置されることができるか、又はコアと周縁の縁部領域との両方において使用されることができる。

【００４０】

別の実施形態では、図５に示すように、複合フォームコアの一部が、異なる材料によって部分的に置換され得る。例えば、その構造体が局所的には中実な複合積層部８であるように、補強材料のストリップが周縁の縁部領域に配置され得る。これに代えて、中実な金属又は非金属材料が使用されてもよい。その補強材料は、複数の面層の間に配置されるが、パネルの縁部を越えて延び得る。

【００４１】

図６では、パネルの縁部幾何形状が変更されているさらなる実施形態を示す。そのパネルは、接地している際にそのパネルの中央部分が平らなままであることを可能にするために、頂部面及び／又は底面９上が陥没していてもよく、それによって、皿穴タイプの代わりに突出頭部締結具１０を使用して外縁部品１１をそのパネルに結合することができる。これに代えて、図７には、そのパネルの陥没部分の下に外縁部品を有する構成を示す。これは、好適には、接合部をき裂開口引張状態ではなく圧縮荷重状態に置く。どちらの構成においても、パネルの縁部のまわりに「茶盆」状のリップが生じ、このリップはそのパネルの有効剛性を増加させる。また、変更された縁部幾何形状は、そのコアがその組成における変更を特徴とすることができるか、又は異なる材料によって置換されることができるように、図１，３及び４に示すものと組み合わせて使用され得る。

【００４２】

湾曲した縁部幾何形状９が使用される場合、複合フォームを使用することによる追加の利点も明白である。このような幾何形状を有する動作負荷下では、大きな厚さ貫通応力（ｔｈｒｏｕｇｈ　ｔｈｉｃｋｎｅｓｓ　ｓｔｒｅｓｓ）が生じる場合があり、従来のポリマーフォームの破壊及び不具合を招き得る。複合材料によって達成可能な剛性及び強度の増加によって、このような負荷が持続されることが可能になり、次いでパネルとＵＬＤの残りの部分との間のより効率的な接合が可能になる。

【００４３】

ＵＬＤのさらなる実施形態は、縁部接合領域を含んで成るパネルを用い、その縁部接合領域は機械的締結具ではなく接着剤を用いる。接着剤結合によって、複合サンドイッチパネルに任意の穴をあける必要が排除され、それによって、パネルの構造の一体性が増加する。その接着剤は、溶接のものと類似の方法によって、パネルの周縁部に沿って連続的に付与されるか、又は不連続なスポットとして付与されることができる。

【００４４】

本発明の他の実施形態では、中央コア構造体の５０％超を構成する複合フォームは、少なくてコアの３０容量％であり最大で７４容量％の、マイクロメートルスケールのミクロスフェアを含む。このミクロスフェアは、中実又は中空であってよく、ガラス材料、炭素材料、金属材料、ポリマー材料、又はセラミック材料から製造され得る。

【００４５】

パネルの要件に基づいて、マトリックスに熱硬化性又は熱可塑性樹脂（例えば、ビニルエステル、アクリル、又はＰＥＥＫ）が使用され得る。これに加えて、そのマトリックスは化学添加物（例えば、難燃剤、強化剤、及び／又はＵＶ耐性物質）を含み得る。

【００４６】

好適な実施形態において、コアは約２．８ｍｍの平均厚さを有し得、その結果、パネルの合計厚さは約４ｍｍである。しかし、コアの厚さは、用途に応じて１ｍｍ～８ｍｍであってよい。

【００４７】

本発明の一実施形態の１つ以上の特徴は、本発明の１つ以上の特徴と組み合わせて用いられても、それらの代替として用いられてもよい。

【図面】

【図１】

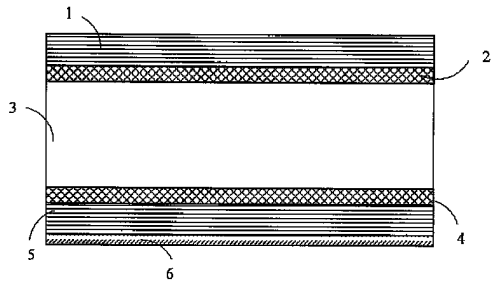


Fig. 1

【図２ａ】

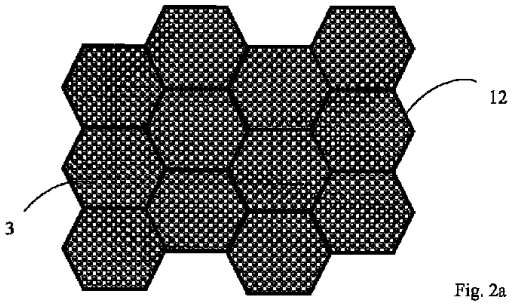


Fig. 2a

【図２ｂ】

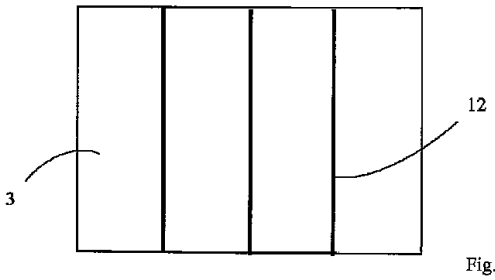
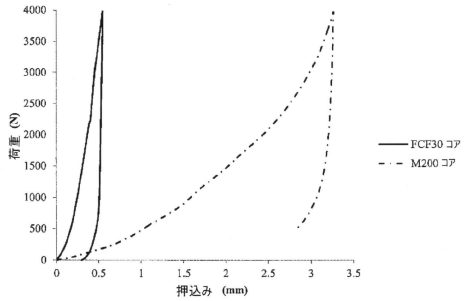


Fig. 2b

【図３】



【図４】

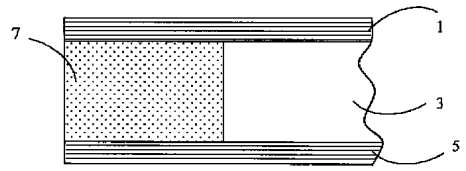


Fig. 4

【図５】

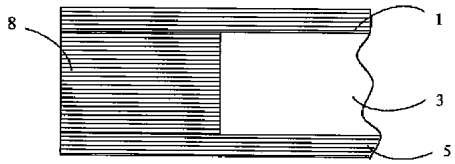


Fig. 5

【図６】

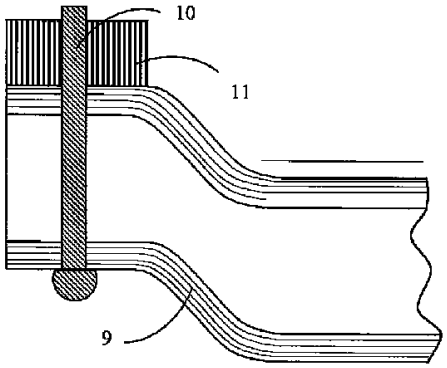


Fig. 6

【図７】

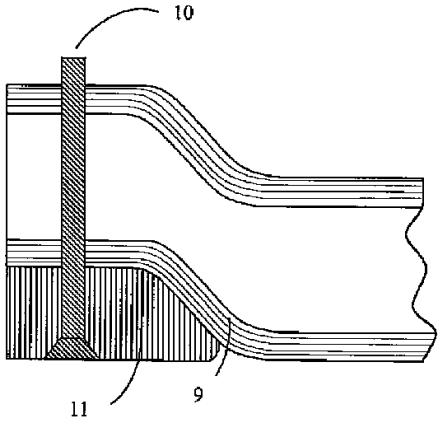


Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者　ファーガソン、アレクサンダー ダグラス
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　ニューマン、アレクサンダー ジョージ
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　メイオール、アダム ポール レオン
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　バレフ、テオドール ボイコフ
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　ケーシー、ジョナサン フィリップ
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　ワン、トン
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド
(72)発明者　ディ グスト、マーク－アントワン ロルメール
イギリス国 ＳＷ９ ６ＤＥ グレーター ロンドン ロンドン ブリクストン ロード １－３ カンタベリー コート ファーガソンズ アドバンスド コンポジット テクノロジー リミテッド

審査官　▲高▼橋 杏子
(56)参考文献　特開２００３－２２６２６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９０４４１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１３／０１６１３３１（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０４０１３８１０（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０４２５０１３６（ＵＳ，Ａ）
特表２００９－５１３４３７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０２８５２９４（ＵＳ，Ａ１）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６５Ｄ　１９／２６
Ｂ２９Ｃ　７０／３４
Ｂ３２Ｂ　５／２６
Ｂ３２Ｂ　５／２８
Ｂ６４Ｄ　９／００