

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6469951号  
(P6469951)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(51) Int.Cl.	F 1
B 32 B 5/08 (2006.01)	B 32 B 5/08
B 64 C 1/00 (2006.01)	B 64 C 1/00
B 64 C 3/26 (2006.01)	B 64 C 3/26
B 32 B 37/00 (2006.01)	B 32 B 37/00

請求項の数 10 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-28193 (P2014-28193)
(22) 出願日	平成26年2月18日 (2014.2.18)
(65) 公開番号	特開2015-214027 (P2015-214027A)
(43) 公開日	平成27年12月3日 (2015.12.3)
審査請求日	平成29年2月17日 (2017.2.17)
(31) 優先権主張番号	13/780,382
(32) 優先日	平成25年2月28日 (2013.2.28)
(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 義教
(72) 発明者	キシュマルトン、マックス ユー。 アメリカ合衆国 ワシントン 98124 シアトル、メール コード 414-93, ピー. オー. ボックス 3707

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】縮小されたクロスプライ角度を有する複合材の積層板

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

長手方向に関して縦方向の強度のための長手方向に関してプラスマイナスの角度に方向付けられた強化用纖維(12)の第1の複数のプライ(10)と、長手方向に関してプラスマイナスの平均角度の周りの互いに異なった角度に方向付けられる前記強化用纖維(12)の第2の複数のプライ(10)と、長手方向に関して角度に方向付けられる前記強化用纖維(12)の第3の複数のプライ(10)とを備え、前記は2度以上かつ12度以下の範囲内に含まれ、前記は15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれ、前記は87度以上かつ92度以下の範囲内に含まれる、複合材の積層板(110)。

## 【請求項 2】

前記が25度である、請求項1に記載の複合材の積層板(110)。

## 【請求項 3】

- 繊維が平均角度の周りの互いに異なった角度に方向付けられる、請求項1又は2に記載の複合材の積層板(110)。

## 【請求項 4】

母材をさらに備え、前記強化用纖維(12)が前記母材の中に埋め込まれている、請求項1から3のいずれか1項に記載の複合材の積層板(110)。

## 【請求項 5】

前記母材はプラスチックの母材であり、前記強化用纖維(12)は前記プラスチックの母材に埋め込まれている炭素纖維を含む、請求項4に記載の複合材の積層板(110)。

10

20

**【請求項 6】**

第1の複数のプライ(10)において、第2の複数のプライ(10)よりも大きな割合の纖維が使用されている、請求項1から5のいずれか1項に記載の複合材の積層板(110)。

**【請求項 7】**

x - 軸を有する板(110)を形成する方法であって、前記x - 軸に関してプラスマイナスの角度に方向付けられている第1の複数の強化用纖維(12)、及び前記x - 軸に関してプラスマイナスの平均角度の周りの互いに異なった角度に方向付けられている第2の複数の強化用纖維(12)、を含むプライスタックを形成することを備え、前記が15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれ、前記が2度以上かつ12度以下の範囲内に含まれ、前記x - 軸に関しての角度に方向付けられている第3の複数の強化用纖維(12)をレイアップすることをさらに備え、前記が87度以上かつ92度以下の範囲内に含まれる、方法。10

**【請求項 8】**

前記プライスタック(610)の上に一体的な縦通材をレイアップすることをさらに備える、請求項7に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記強化用纖維(12)を樹脂に埋め込むこと、及び前記プライスタック(610)を硬化させること、をさらに備える、請求項7又は8に記載の方法。

**【請求項 10】**

硬化された前記プライスタック(610)の中の前記強化用纖維(12)を切断することをさらに備える、請求項9に記載の方法。20

**【発明の詳細な説明】****【背景技術】****【0001】**

民間航空機の複合材の翼は、(曲げ荷重が支配的な)通常の条件の下で、曲げ強度及び剛性に対応して設計される。炭素纖維強化プラスチック(CFRP)などの複合材から作られるウイングスキンは、曲げ強度の主要な荷重方向に関して0度に方向付けられる強化用纖維の複数のプライを含む。30

**【0002】**

ウイングスキンはまた、曲げ剛性の(主要な荷重方向に関して)90度に方向付けられる強化用纖維の複数のプライを含む。これらの90度の纖維はまた、横強度及び支圧強度を増加させる。

**【0003】**

ウイングスキンはまた、損傷許容性に対応して設計される。(主要な荷重方向に関して)プラス45度及びマイナス45度の方向に向けられる強化用纖維の複数のプライは、それらを用いなければ、スキンが大きな貫通性の損傷を受けて纖維が破壊される場合に生じる縦方向のスキンの分裂を抑制するために、加えられる。これらのプラスマイナス45度の纖維はまた、せん断強度、ねじれ強度、及び曲げ剛性を増加させる。40

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

強化用纖維の各々のプライは、ウイングスキンに重さを加える。重さが加えられるので、燃料コストその他の航空機を操業するためのコストが増加する。

**【0005】**

ここに、曲げ強度、曲げ剛性、及び損傷許容性を犠牲にすることなしに、ウイングスキンの重さを減少させるという課題が存在する。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

10

20

30

40

50

本明細書における実施形態にしたがって、複合材の積層板は、主要な荷重方向において縦方向の強化用纖維の第1の複数のプライ、及び主要な荷重方向に関してプラスマイナス、ちなみには15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる、の角度に方向付けられる強化用纖維の第2の複数のプライを備える。

#### 【0007】

本明細書における別の実施形態にしたがって、主要な荷重方向を有する構造は、x - 軸に関してプラス 及びマイナス の角度に方向付けられる - 繊維の複数のプライ、並びにx - 軸に関してプラス 及びマイナス の角度に方向付けられる - 繊維の複数のプライを含む複合材の積層板を備える。角度 は、15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれ、及び角度 は0度であるか又は2度以上かつ12度以下の範囲に含まれる。

10

#### 【0008】

本明細書における別の実施形態にしたがって、複合材の箱形はりは、強化するための基礎構造、基礎構造の一側面を覆う第1の積層板、及び基礎構造の反対側の側面を覆う第2の積層板を備える。各々の板は、基礎構造の長手方向の軸に関して15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる角度に方向付けられる第1の複数の強化用纖維を含む。

#### 【0009】

本明細書の別の実施形態にしたがって、x - 軸を有する板を形成する方法は、x - 軸に関してプラスマイナス の角度に方向付けられる第1の複数の強化用纖維、ちなみに は0度であるか又は2度以上かつ12度以下の範囲内に含まれる、及びx - 軸に関して の角度に方向付けられる第2の複数の強化用纖維、ちなみに は15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる、を含むプライスタックを形成することを備える。

20

#### 【0010】

これらの特徴及び機能は、種々の実施形態において単独で達成することも、他の実施形態において組み合わせることもできる。実施形態のさらなる詳細は、下記の説明及び図面を参照することによって理解することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1A】図1Aは、強化用纖維のプライ及びプライ座標系を示す図である。

【図1B】図1Bは、板のx - 軸に関して異なる角度に向けられる強化用纖維のプライを含む複合材の積層板を示す図である。

30

【図2】図2は、複合材の積層板の全体的な強度における異なる纖維角度の効果を示す図である。

【図3】図3は、出願人により行われた一連の複合材クーポンの大きな切欠き引張試験の概略的な結果を示す図である。

【図4】図4は、出願人により行われた一連の複合材クーポンの穴を充填した引張試験の概略的な結果を示す図である。

【図5】図5は、複合材の積層板を形成する方法を示す図である。

【図6】図6は、強化用纖維のプライスタックを示す図である。

【図7】図7は、複合材の積層板を含む箱形はりを示す図である。

【図8】図8は、複合材の積層板を含む異なるはりを示す図である。

40

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

強化用纖維12のプライ10及びプライ座標系を示す図1Aが参照される。プライ座標系は、1 - 軸、2 - 軸、及び3 - 軸を含む。纖維12は、単向性であり1 - 軸に沿って延伸する。2 - 軸は、1 - 軸と同一平面内にあるが、1 - 軸に対して垂直である。3 - 軸は、1 - 軸及び2 - 軸の平面の外にあるが、1 - 軸及び2 - 軸に対して垂直である。プライ10は、1 - 軸に対して非常に強い方向性を有するが、(2 - 軸及び3軸に沿った) 繊維にわたり非常に弱い方向性を有する。

#### 【0013】

母材の中に埋め込まれた強化用纖維の複数のプライを含む複合材の積層板110を示す

50

図1Bが参照される。強化用纖維及び母材は、何らかの特定の複合材に限定されない。強化用纖維の材料の例は、炭素、纖維ガラス、ケブラー、及びチタニウムを含むが、それらに限定されるものではない。母材の材料の例は、プラスチック及び金属を含むが、それらに限定されるものではない。第1の例として、板110は、プラスチックの母材に埋め込まれた炭素纖維を含む。第2の例として、板110は、チタニウムの母材に埋め込まれた炭素纖維を含む。

#### 【0014】

板110は、点線によって描かれるx方向の軸を有する。例えば、x-軸は、板110の主要な荷重方向と一致し、それによりx-軸の方向に引っ張り及び圧縮の力が加えられる。板はまた、x-軸と同じ平面内にあるy-軸、並びにx-軸及びy-軸の平面の外にあるz-軸(y-軸及びz-軸は図示されていない)を有する。x-軸、y-軸、及びz-軸は、直交している。10

#### 【0015】

強化用纖維120の第1の複数のプライは、x-軸に関してプラス及びマイナスの角度に方向付けられる。これらの纖維は、以下、本明細書において、-纖維120として言及され、x-軸の方向において縦方向の強度を提供する。いくつかの実施形態において、=0度は、縦方向の最大の強度を意味する。

#### 【0016】

第2の複数の強化用纖維130は、x-軸に関してプラス及びマイナスの角度、ちなみに=15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる、に方向付けられる。これらの纖維は、以下、本明細書において、-纖維130として言及される。いくつかの実施形態において、=約25度である。20

#### 【0017】

-纖維の全てが同じ角度に方向付けられる場合、これらの-纖維の方向においてプライの分裂が生じる可能性がある。プライの分裂を抑制するために、-纖維はわずかに異なる方向に向けられ、すなわち、の角度は「あいまい」にされる。=25度の例について考察する。プラス25度だけに方向付けられる-纖維を伴うプライを使用する代わりに、いくつかのプライはプラス22度に方向付けられる-纖維を有し、他のいくつかのプライはプラス25度に方向付けられる纖維を有し、及び他のいくつかのプライはプラス28度であり、これにより-纖維の平均角度はプラス25度になる。同様に、マイナス22度に方向付けられるいくつかの-纖維、マイナス25度の他のいくつかの-纖維、及びマイナス28度の他のいくつかの-纖維により、マイナス25度の平均角度が得られる。30

#### 【0018】

いくつかの実施形態において、強化用纖維の第3の複数のプライは、主要な荷重方向に関してプラス及びマイナスの角度に方向付けられ、ここで=は87度以上かつ92度以下の範囲内に含まれる。これらの纖維は、以下、本明細書において、-纖維140として言及され横強度及び横剛性を提供し、並びにまた支圧強度を高める。いくつかの実施形態において、=90度である。

#### 【0019】

図1Bの板110において、従来の45度のクロスプライ纖維に代わり、-纖維が使用される。出願人は、15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる角度=は45度の纖維よりも少しばかり低いせん断強度を提供するが、45度の纖維よりも非常に大きい縦方向の強度を提供する、ということを見出した。出願人はさらに、主要な荷重方向に関する縦方向の強度及び剛性並びに損傷許容性を犠牲にすることなく、-纖維のプライの数を減らすことができる、ということを理解した。その結果もたらされる//積層板は、同様の縦方向の強度及び剛性並びに損傷許容性を有する従来の0/45/90の板よりも薄くて軽い。

#### 【0020】

(x-軸に沿った)長手方向のプライの分裂の抑制及び遅延は、0度の代わりに2度以40

50

上かつ12度以下の範囲内に含まれる角度に方向付けられる - 繊維を使用することにより、さらに高めることができる。いくつかの実施形態において、角度の範囲は3度以上かつ5度以下である。 - 繊維の角度はまた、あいまいにされる（すなわち、 - 繊維は平均角度を獲得するためにわずかに異なる角度に方向付けられる）。例えば、0度の平均角度は、プラス5度に方向付けられる - 繊維のいくつかのプライ、及びマイナス5度に方向付けられる - 繊維のいくつかのプライにより得られる。

#### 【0021】

複合材の積層板の全体的な強度における異なる纖維角度の効果を示す図2が、参照される。0度以上かつ90度以下の範囲内に含まれる異なる纖維角度の値が水平軸の上に指し示され、及び板の強度が垂直軸の上に指し示される。概略的には、縦方向の強度は、纖維角度が増加するにしたがって線形的には減少しない。一方、せん断は、纖維角度が45度まで増加するにしたがって非線形的に増加し、その後、纖維角度がさらに増加するにしたがって非線形的に減少する。纖維角度が従来の45度から35度まで減少する場合、約5パーセントのみのせん断の減少が存在するが、しかし縦方向の強度における増加は約30パーセントである。纖維角度が15度に向かってさらに減少するにしたがい、このトレードオフは続き、それによりせん断の減少のパーセントは縦方向の強度の増加のパーセントよりも少ない。

#### 【0022】

図3及び図4は、出願人により行われた試験の概略的な結果を示している。各々の試験は、 = 5度に方向付けられた - 繊維、 = 90度に方向付けられた - 繊維、及び15度以上かつ45度以下の範囲内で変化する - 繊維を有する一連の複合材クーポンについて行われた。図3及び図4において、水平軸は / / のクーポンを指し示し、及び垂直軸は縦方向の強度を指し示している。

#### 【0023】

図3は、一連の複合材クーポンの大きな切欠き引張試験の概略的な結果を示している。大きな切欠き引張試験は、強化用纖維を破壊する大きな貫通性の損傷をシミュレートしている。これらの試験は、損傷を受けたクーポンの縦方向の強度に関する情報を提供する。黒く塗りつぶされた正方形は、従来の0 / 45 / 90の纖維方向を有するクーポンの強度を指し示している。相対的な纖維のパーセンテージは、0度の纖維に対して50パーセントであり、プラスマイナス45度の纖維に対して40パーセントであり、及び90度の纖維に対して10パーセントである（すなわち、50 / 40 / 10パーセント）。しかしながら、このクーポンにおいてプライの分裂が生じた。

#### 【0024】

プライの分裂を避けるために、0 / 45 / 90のクーポンにおける纖維の比率が、30 / 60 / 10パーセントに変えられた。0 / 45 / 90のクーポンの結果は、黒丸により指し示されている。プライの分裂は避けられたが、縦方向の強度は減少した。

#### 【0025】

その後、大きな切欠き引張試験が、15度以上かつ40度以下の - 繊維を有する異なるクーポンに対して行われた。さらに、これらのクーポンは、 - 繊維よりも大きな - 繊維のパーセンテージ（すなわち、「ソフトな」積層）を有していた。 / / のソフトな積層におけるにおけるこれらの試験の概略的な結果が、白丸により指し示されている。これらの結果は、クーポンは0 / 45 / 90のソフトな積層のクーポンよりも大きな縦方向の強度を有したが、0 / 45 / 90のハードな積層のクーポンよりも大きな強度を有さなかった、ことを指し示している。

#### 【0026】

大きな切欠き引張試験は、 - 繊維よりも大きな - 繊維のパーセンテージ（すなわち、「ハードな」積層）を有する数個のクーポンに対して行われた。 / / のハードな積層のクーポンに対するこれらの試験の概略的な結果が、中が白い正方形により指し示されている。これらの結果は、15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる を有するクーポンが、0 / 45 / 90のハードな積層のクーポンよりも大きな縦方向の強度を有した

10

20

30

40

50

、ことを指し示している。いくつかの理由で、 $\theta_1 = \theta_2 = 90^\circ$  のハードな積層のクーポンの縦方向の強度は、 $\theta_3 = 25^\circ$  の時に最大であった。

【 0 0 2 7 】

これらの試験は、5 / 25 / 90 のハードな積層のプライの数を、0 / 45 / 90 のハードな積層と同じ縦方向の強度を提供するまで減少させることができる、ことを指し示している。しかしながら、5 / 25 / 90 のハードな積層は0 / 45 / 90 のハードな積層よりも少ないプライを有しているので、それはより細くより軽い。さらに、5 / 25 / 90 のハードな積層は、プライの分裂に関してより大きな損傷許容性を有する。

【 0 0 2 8 】

ここで、穴を充填した引張試験の概略的な結果を示す図4が、参照される。例えば、クーポンに穴を開けること及びそのドリル穴を通してボルトを挿入することによって、充填された穴がクーポンに作り出される。穴が開けられるにしたがって、強化用繊維は切断されるが、しかしクーポンは損傷されたとはみなされない。それ故、この試験は、損傷されていないクーポンの縦方向の強度に関する情報を提供する。

【 0 0 2 9 】

(中が白い正方形及び黒く塗りつぶされた正方形により表される) ハードな積層は、(白丸及び黒丸により表される) ソフトな積層よりも大きな縦方向の強度を有する。さらに、 $\theta = 20$  度に方向付けられた - 繊維を有するハードな積層は、(黒く塗りつぶされた) 従来の 0 / 45 / 90 のハードな積層と同様な縦方向の強度を有する。

【 0 0 3 0 】

ここで、積層板を製造する方法を示す図5が、参照される。プロック510において、プライスタックが形成される。スタッカは、- 繊維のプライ、- 繊維のプライ、及び - 繊維のプライを含む。強化用纖維は、レイアップの前又は後に、樹脂に含浸される。

[ 0 0 3 1 ]

これらの強化用纖維のプライは、レイアップツール（例えば、マンドレル又はモールド・ツール）の上に配置される。いくつかの実施形態において、各々のプライは単一の方向に方向付けられる纖維を伴った単向性のテープである。他のいくつかの実施形態において、各々のプライは1つ以上の方向に方向付けられた纖維の織物である。例えば、織物は、プラス $\rightarrow$ に方向付けられるいくつかの纖維、及び- $\rightarrow$ に方向付けられるいくつかの纖維を有している。さらに他のいくつかの実施形態において、「カートリッジ」は、 $x$ -軸に関して正しい纖維方向（例えば、プラス $\rightarrow$ 及び- $\rightarrow$ ）を有する予め準備されたプライを含む。

[ 0 0 3 2 ]

プライの 1 - 軸は、積層板の x - 軸と平行に並べられる。すなわち、1 - 軸は、主要な荷重方向と平行に並べられる。

〔 0 0 3 3 〕

ブロック 520において、プライスタックは、硬化されて複合材の積層板を生み出す。ブロック 530において、積層板は、随意に機械加工される。例えば、締結穴又は他の種類の開口が、積層板に対して開けられ又は切り込まれる。 - 繊維は、これらの穴における縦方向の分裂を抑制し又は遅延させる。プライの分裂はさらに、2度以上かつ12度以下の範囲内に含まれる角度 に方向付けられる - 繊維により、抑制され又は遅延される

5 3 3 3 4 1

以下のプライの配列を有するプライスタック 6 1 0 の例を示す図 6 が、参照される。すなわち、( , , - , , , , - , , , , - ,  
 , , ) S。ここで、ターム「S」は対称性を表す。すなわち、積層板の中間の平面の上のプライは、中間の平面の下のこれらの対称の像である。

[ 0 0 3 5 ]

この例の目的は、単純に、各々のプライが同じ纖維方向を伴う纖維を収容し、及び異なるプライは異なる纖維方向を有する、ということを示すことである。この特定の例において

て、繊維の配分は、60パーセントの - 繊維、30パーセントの - 繊維、及び10パーセントの - 繊維（すなわち、60 / 30 / 10パーセント）である。他のいくつかの例は、他のプライの配列、及び他の相対的な繊維のパーセンテージを有する。

#### 【0036】

ここで、図8が参照される。本明細書における積層板は、主要な荷重方向を有する構造において使用される。そのような構造の一つの例は、長手方向の軸に沿った主要な荷重方向を有する細長いはりである。いくつかの具体例において、はりは、ウェブ810、少なくとも一つのフランジ820、及び少なくとも一つの複合材のキャップ830を含む。ウェブ810及びフランジ820は、金属の又は複合材の材料から作られる。少なくとも一つのキャップ830は、はりの主要な荷重方向に関して方向付けられる - 繊維及び - 繊維を含む。キャップ830はまた、 - 繊維を含む。

10

#### 【0037】

これらの実施形態は、いかなる特定の形状に対しても限定されるものではない。はり形状の例は、帽子枠、C - チャンネル、Z - はり、J - はり、T - はり及びI - はり、並びにブレード補強はりを含むが、それらに限定されるものではない。図8において、帽子枠800a、Z - はり800b、及びC - チャンネル800cが、示されている。

#### 【0038】

他のいくつかの実施形態において、はりは、箱形の補強された基礎構造及び枠を覆う1つ以上の複合材の積層板を含む箱形はりである。1つ以上の板は、箱形はりの主要な荷重方向に関して方向付けられる - 繊維及び - 繊維を含む。

20

#### 【0039】

ここで、（箱形はりの一種である）ウイングボックス710、前縁720、及び後縁730を含む航空機の翼700を示す図7が、参照される。ウイングボックス710は、スパー712（例えば、フロントスパー及びリアスパー）及びリブ714の補強された基礎構造を含む。スパー712は、幅方向において延伸し、リブ714は、翼弦方向におけるスパーの間で延伸する。ウイングボックス710は、マルチ - スパー又はマルチ - リブの構成を有する。マルチ - リブの構成は、長い翼のアスペクト比を有する民間航空機に対して好ましい。

#### 【0040】

ウイングボックス710はさらに、スパー712及びリブ714を覆う複合材のスキン716を含む。スキン716は、上側のスキン716a及び下側のスキン716bを含む。

30

#### 【0041】

操業の最中において、翼は、曲げ荷重及びねじれ荷重に晒される。例えば、突風又は重い荷重が、翼700に対して上方への曲げを強いて、それにより上側のスキン716aは縦方向の圧縮を受け、下側のスキン716bは縦方向の引張を受ける。曲げ荷重が、主要である。縦方向の荷重を処理するために、各々のスキン716a及び716bは、主要な荷重方向に関して方向付けられる - 繊維及び - 繊維を含む1つ以上の複合材の積層板から成る。 - 繊維は、縦方向の荷重のほとんどを担うため、曲げ強度を提供する。

#### 【0042】

40

- 繊維は、それらが用いられなければ、スキン716が大きな貫通性の損傷を受けて繊維が破壊される場合の縦方向のスキンの分裂を抑制する。 - 繊維はまた、せん断強度、ねじれ強度、及び曲げ剛性を増加させる。

#### 【0043】

- 繊維はまたいくつかの縦方向の荷重を担うので、従来の0 / 45 / 90のハードな積層と比較して、曲げ強度、曲げ剛性、及び損傷許容性を犠牲にすることなしに、 - 繊維のプライの数を減少させることができる。 - 繊維のプライの数を減少させることにより、スキン716の間隔及び重さを減少させることができる。従来の0 / 45 / 90の板に代わりに、そのようなスキン716を使用することによって、何千ポンドもの重さの減少をもたらすことができる。それは燃料コストその他の航空機を操業するためのコストを

50

減少させるので、重さの減少は極めて望ましい。

**【0044】**

いくつかの実施形態において、スキン716はわずかに不安定である。いくつかの実施形態において、スキンはわずかに非対称である。

**【0045】**

ウイングボックス710の補強された基礎構造はさらに、スキン716を補強することを含むが、それに限定されない機能を働かせる縦通材718を含む。縦通材718はまた、幅方向において延伸する。

**【0046】**

スパー712、リブ714、及び縦通材718は、金属又は安定した複合材の材料から作られる。縦通材718は、キャップ、フランジ、及びウェブを有するはりとして構成される。キャップは、それらの縦通材718の長手方向の軸に関して方向付けられる - 繊維、 - 繊維、及び - 繊維を含む複合材料の板から作られる。

**【0047】**

縦通材718が複合材料から作られる実施形態において、縦通材718はスキン716と一体に形成されてもよい。プライスタッカの構築の間に、縦通材718の強化用繊維は、スキン716の強化用繊維の上に配置される。

**【0048】**

スパー712は、 - 繊維、 - 繊維、及び - 繊維のプライを有する複合材料から作られるキャップを含む。リブ714は、 - 繊維、 - 繊維、及び - 繊維のプライを有する複合材料から作られる翼弦を含む。

**【0049】**

さらに、本開示は、下記の条項にしたがう実施形態を備える。

**【0050】**

条項1 主要な荷重方向に関して縦方向の強度の強化用繊維の第1の複数のプライ、及び主要な荷重方向に関してプラスマイナス の角度に方向付けられる強化用繊維の第2の複数の前記プライを備え、前記 は15度以上かつ35度以下の範囲内に含まれる、複合材の積層板。

**【0051】**

条項2 前記 が約25度である、条項1に記載の板。

30

**【0052】**

条項3 前記 - 繊維の角度があいまいである、条項1に記載の板。

**【0053】**

条項4 強化用繊維の前記第1の複数の前記プライが主要な荷重方向に関してプラスマイナス の角度に方向付けられ、前記 は2度以上かつ12度以下の範囲内に含まれる、条項1に記載の板。

**【0054】**

条項5 前記 - 繊維の角度があいまいである、条項4に記載の板。

**【0055】**

条項6 主要な荷重方向に関して角度 に方向付けられる強化用繊維の第3の複数のプライをさらに備え、前記 は87度以上かつ92度以下の範囲内に含まれる、条項1に記載の板。

40

**【0056】**

条項7 母材をさらに備え、前記繊維が前記母材の中に埋め込まれている、条項1に記載の板。

**【0057】**

条項8 前記母材はプラスチックの母材であり、前記繊維は前記プラスチックの母材に埋め込まれている炭素繊維を含む、条項7に記載の板。

**【0058】**

条項9 より大きなパーセンテージの繊維が前記第2の複数のプライよりも前記第1の

50

複数のプライにおいて使用されている、条項 1 に記載の板。

**【0059】**

条項 10 x - 軸に関してプラス 及びマイナス の角度に方向付けられている - 繊維の複数のプライ、及び x - 軸に関してプラス 及びマイナス の角度に方向付けられている - 繊維の複数のプライを含む複合材の積層板を備え、前記 が 15 度以上かつ 35 度以下の範囲内に含まれ、前記 が 2 度以上かつ 12 度以下の範囲内に含まれる、主要な荷重方向を有する構造。

**【0060】**

条項 11 x - 軸に沿って縦方向の力を作り出す曲げに晒される基礎構造を補強する箱形はりをさらに備え、前記板が補強のための前記基礎構造に取り付けられている、条項 10 に記載の構造。

**【0061】**

条項 12 ウェブ及びフランジを含むはりをさらに備え、前記板がキャップとして前記フランジに取り付けられている、条項 10 に記載の構造。

**【0062】**

条項 13 補強のための基礎構造、前記基礎構造の 1 つの側面を覆う第 1 の積層板、及び前記基礎構造の反対側の側面を覆う第 2 の積層板を備え、各々の前記板が前記基礎構造の長手方向の軸に関して 15 度以上かつ 35 度以下の範囲内に含まれる角度に方向付けられている第 1 の複数の強化用纖維を含む、箱形はり。

**【0063】**

条項 14 前記各々の板が、前記基礎構造の長手方向の軸に関して 2 度以上かつ 12 度以下の範囲内に含まれる角度に方向付けられている第 2 の複数の強化用纖維をさらに含む、条項 13 に記載の箱形はり。

**【0064】**

条項 15 より大きなパーセンテージの纖維が前記第 1 の複数の強化用纖維よりも前記第 2 の複数の強化用纖維において使用されている、条項 14 に記載の箱形はり。

**【0065】**

条項 16 x - 軸を有する板を形成する方法であって、前記 x - 軸に関してプラスマイナス の角度に方向付けられている第 1 の複数の強化用纖維、及び前記 x - 軸に関してプラスマイナス の角度に方向付けられている第 2 の複数の強化用纖維を、含むプライスタッツクを形成することを備え、前記 が 15 度以上かつ 35 度以下の範囲内に含まれ、前記 が 0 度であるか又は 2 度以上かつ 12 度以下の範囲内に含まれる、方法。

**【0066】**

条項 17 x - 軸に関して の角度に方向付けられている第 3 の複数の纖維をレイアップすることをさらに備え、前記 が 87 度以上かつ 92 度以下の範囲内に含まれる、条項 16 に記載の方法。

**【0067】**

条項 18 前記プライスタッツクの上に一体的な縦通材をレイアップすることをさらに備える、条項 16 に記載の方法。

**【0068】**

条項 19 前記纖維を樹脂に埋め込むこと、及び前記プライスタッツクを硬化させることを、さらに備える、条項 16 に記載の方法。

**【0069】**

条項 20 硬化された前記プライスタッツクの中の纖維を切断することをさらに備える、条項 19 に記載の方法。

**【符号の説明】**

**【0070】**

10 プライ

12 強化用纖維

45 従来のクロスプライ

10

20

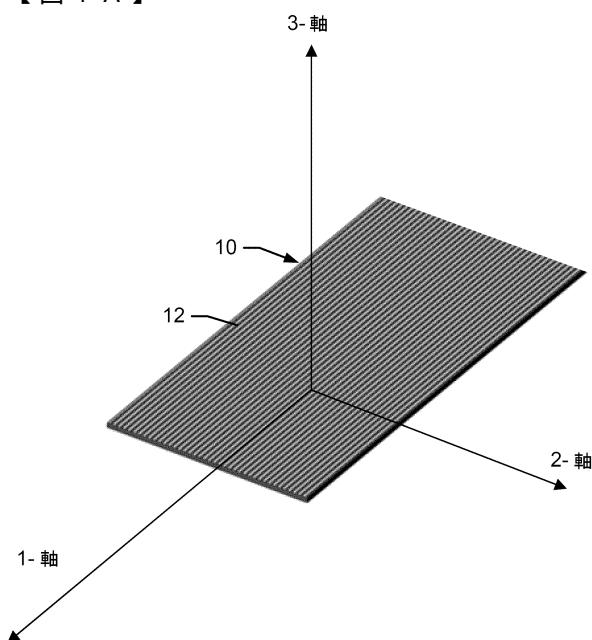
30

40

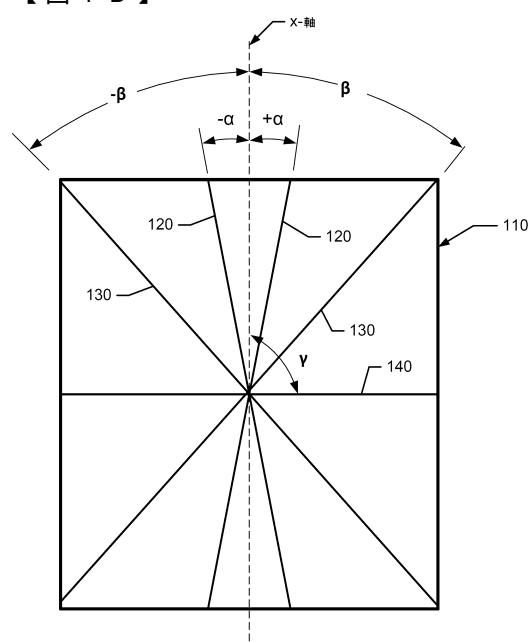
50

1 1 0	複合材の積層板	
1 2 0	第1の複数のプライ( - 繊維 )	
1 3 0	第2の複数のプライ( - 繊維 )	
5 1 0	ブロック	
5 2 0	ブロック	
5 3 0	ブロック	
6 1 0	プライスタック	
8 0 0 a	帽子枠	
7 0 0	航空機の翼	
7 1 0	ウイングボックス	10
7 1 2	スパー	
7 1 4	リブ	
7 1 6	複合材のスキン	
7 1 6 a	上側のスキン	
7 1 6 b	下側のスキン	
7 1 8	縦通材	
7 2 0	前縁	
7 3 0	後縁	
8 0 0 b	Z - はり	
8 0 0 c	C - チャンネル	20
8 1 0	ウェブ	
8 2 0	フランジ	
8 3 0	キャップ	

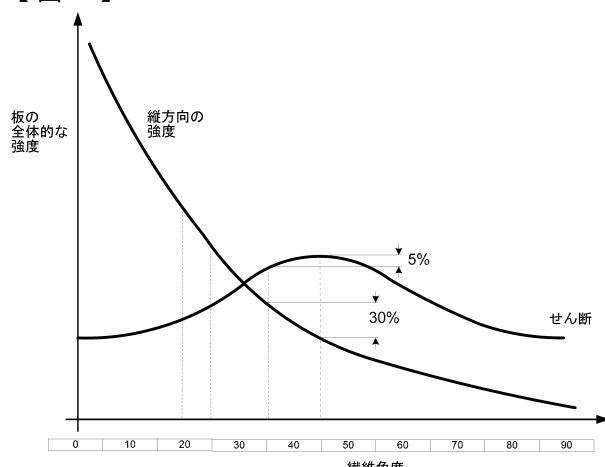
【図1A】



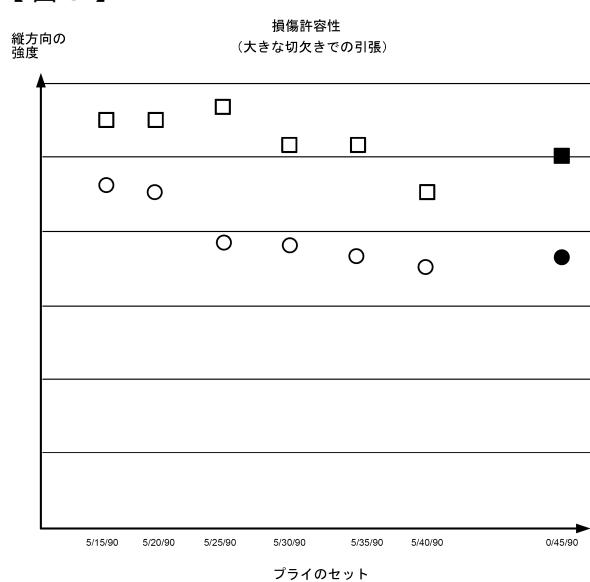
【図1B】



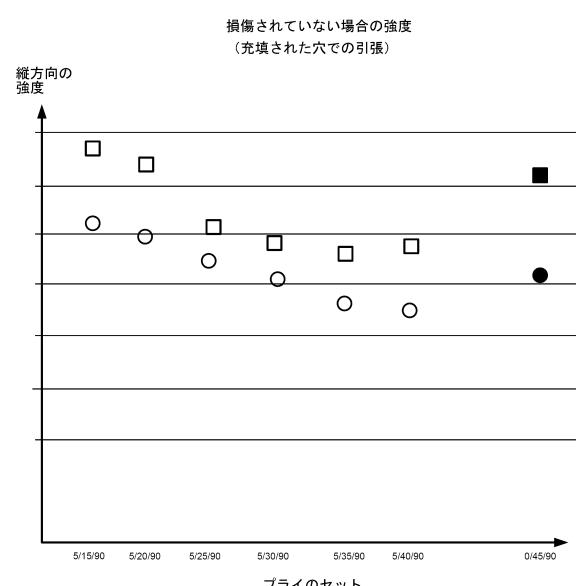
【図2】



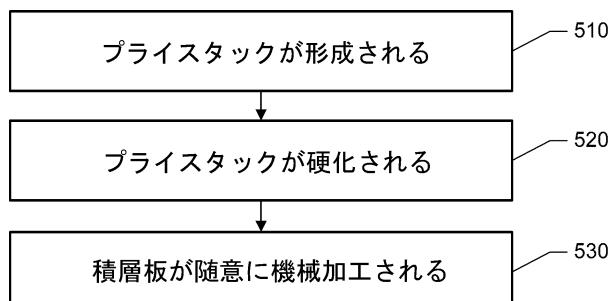
【図3】



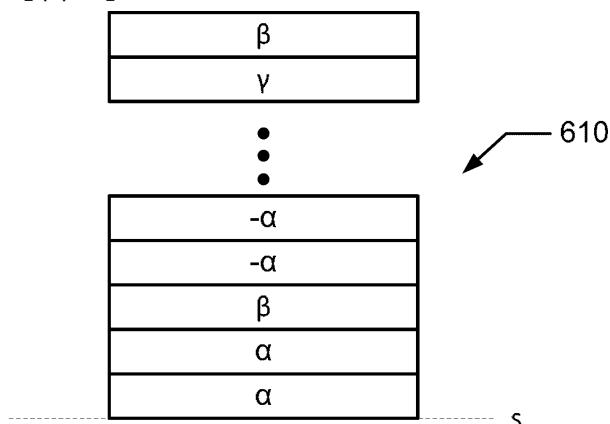
【図4】



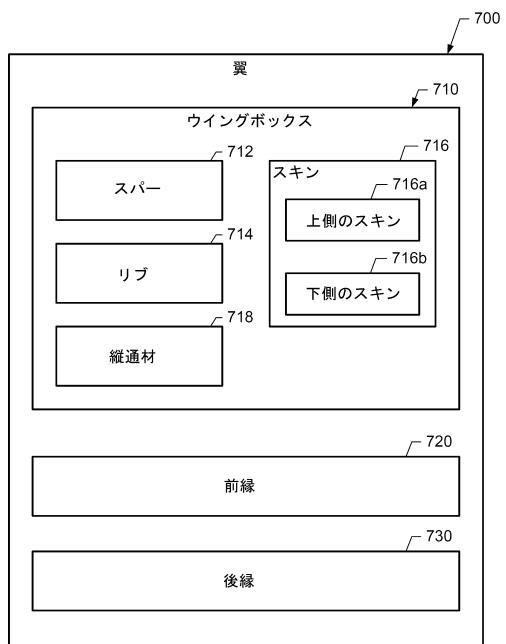
【図5】



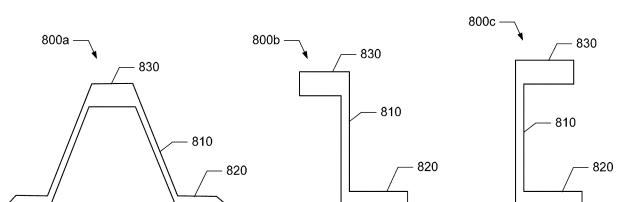
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

審査官 増永 淳司

(56)参考文献 国際公開第2011/142920(WO,A1)

特開2003-019763(JP,A)

特開2010-274910(JP,A)

特開2012-192564(JP,A)

米国特許出願公開第2010/0219294(US,A1)

米国特許出願公開第2010/0320320(US,A1)

米国特許出願公開第2006/0222837(US,A1)

国際公開第2011/014920(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B32B 5/08

B32B 37/00

B64C 1/00

B64C 3/26