

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6039676号
(P6039676)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 4 C 1/12 (2006.01)
B 6 4 C 1/00 (2006.01)
B 6 3 B 3/34 (2006.01)
B 6 3 B 5/24 (2006.01)

B 6 4 C 1/12
 B 6 4 C 1/00 B
 B 6 3 B 3/34
 B 6 3 B 5/24 A

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-534567 (P2014-534567)
 (86) (22) 出願日 平成24年8月29日 (2012.8.29)
 (65) 公表番号 特表2014-534924 (P2014-534924A)
 (43) 公表日 平成26年12月25日 (2014.12.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/052894
 (87) 国際公開番号 W02013/055459
 (87) 国際公開日 平成25年4月18日 (2013.4.18)
 審査請求日 平成27年7月13日 (2015.7.13)
 (31) 優先権主張番号 13/269,839
 (32) 優先日 平成23年10月10日 (2011.10.10)
 (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 クォン, ヒョクボン
 アメリカ合衆国 ワシントン 98275
 , ムキルテオ, 103番 ストリート
 サウスウエスト 5122

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高さが先細になる湾曲複合ストリンガーおよび対応するパネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続構造用パネル(100)であって、
 連続外板コンポーネント(104)と、
 連続湾曲複合ストリンガー(102)であって、
 前記連続外板コンポーネント(104)に連結された基板フランジ(112)と、
 ウェブ高さ(122)を生成するために前記基板フランジ(112)から外方へ突出
 し、前記連続湾曲複合ストリンガー(102)の湾曲領域(126)において先細になる
 ウェブ(110)とを有する、連続湾曲複合ストリンガー(102)と、
 を含み、

前記基板フランジ(112)は、基板幅(120)を生成するために前記ウェブ(110)から離れるように延在し、前記ウェブ高さ(122)が減少するにつれて前記基板幅(120)が増大する、
 連続構造用パネル(100)。

【請求項 2】

前記連続湾曲複合ストリンガー(102)は、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を含む、請求項1に記載の連続構造用パネル(100)。

【請求項 3】

前記湾曲領域(126)において前記基板フランジ(112)に連結された補強フィッティング(116)をさらに含み、前記湾曲領域(126)における前記連続湾曲複合ス

トリンガー（１０２）の慣性曲げモーメントを増大させるように構成されている、請求項１または２に記載の連続構造用パネル（１００）。

【請求項４】

前記補強フィッティング（１１６）を介して前記連続構造用パネル（１００）に取り付けられた補助構造用パネル（１１４）をさらに含み、前記補強フィッティング（１１６）は、荷重を前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）および前記連続外板コンポーネント（１０４）から前記補助構造用パネル（１１４）に伝達する、請求項３に記載の連続構造用パネル（１００）。

【請求項５】

前記連続外板コンポーネント（１０４）および前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）は、航空機の本体側面（ＳＯＢ）のジョイントに跨る、請求項１から４のいずれか一項に記載の連続構造用パネル（１００）。

10

【請求項６】

前記ウェブ高さ（１２２）は、前記ウェブ（１１０）が平坦面を画定する第１のロケーションにおけるストレートウェブ高さを含み、

前記ウェブ高さ（１２２）が、前記第１のロケーションにおける前記ストレートウェブ高さから非平面を画定するために前記ウェブ（１１０）が湾曲する第２のロケーションにおける湾曲ウェブ高さ（１２２）までにかけて先細になり、

前記ウェブ高さ（１２２）が、前記第２のロケーションにおける前記湾曲ウェブ高さ（１２２）から前記ウェブ（１１０）が平坦面を画定する第３のロケーションにおける前記ストレートウェブ高さに戻ると増大する、

20

請求項１から５のいずれか一項に記載の連続構造用パネル（１００）。

【請求項７】

前記基板フランジ（１１２）は、基板幅（１２０）を生成するために前記ウェブ（１１０）から離れるように延在し、前記基板幅（１２０）は、前記第１のロケーションから前記第２のロケーションにかけて増大し、前記第２のロケーションから前記第３のロケーションにかけて減少する、請求項６に記載の連続構造用パネル（１００）。

【請求項８】

前記第２のロケーションが、前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）の最小曲率半径に関連する前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）の長さに沿った概略位置に対応する、請求項６に記載の連続構造用パネル（１００）。

30

【請求項９】

車両の高荷重領域内の湾曲複合構造用パネル（１００）を使用する方法であって、

複数の連続湾曲複合ストリンガー（１０２）を形成することであって、各連続湾曲複合ストリンガー（１０２）は、

少なくとも１つのストレート領域（１２４）と、

少なくとも１つの湾曲領域（１２６）と、

基板フランジ（１１２）と、

ウェブ（１１０）を有し、前記ウェブ（１１０）は、

各ストレート領域（１２４）内にストレートウェブ高さと、

40

前記ストレートウェブ高さよりも低い各湾曲領域（１２６）内の湾曲ウェブ高さ（１２２）とを有する、形成することと、

連続外板コンポーネント（１０４）を形成することと、

前記連続外板コンポーネント（１０４）に前記複数の連続湾曲複合ストリンガー（１０２）を連結することと、

前記少なくとも１つの湾曲領域（１２６）内の前記湾曲複合構造用パネル（１００）に安定性をもたらすために、補強フィッティング（１１６）を、前記少なくとも１つの湾曲領域（１２６）における少なくとも１つの基板フランジ（１１２）に連結することを含む、車両の高荷重領域内の湾曲複合構造用パネルを使用する方法。

【請求項１０】

50

各連続湾曲複合ストリンガー（１０２）を形成することは、各ストレート領域（１２４）内のストレート基板幅（１２０）および各湾曲領域（１２６）内の湾曲基板幅（１２０）を生成するために、前記基板フランジ（１１２）が前記ウェブ（１１０）から離れるように延在するように各連続湾曲複合ストリンガー（１０２）を形成することを含み、各湾曲領域（１２６）内の前記湾曲基板幅（１２０）は、各ストレート領域（１２４）内の前記ストレート基板幅（１２０）よりも大きい、請求項９に記載の方法。

【請求項１１】

前記補強フィッティング（１１６）を介して補助構造用パネル（１１４）を前記湾曲複合構造用パネルに連結することをさらに含む、請求項９または１０に記載の方法。

【請求項１２】

前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）の前記ウェブ（１１０）が、前記ストレートウェブ高さから前記湾曲ウェブ高さ（１２２）に至って前記ストレートウェブ高さに戻るまでのところで、実質的に直線的に先細になる、請求項９に記載の方法。

【請求項１３】

前記連続湾曲複合ストリンガー（１０２）の前記ウェブ（１１０）が、前記ストレートウェブ高さから前記湾曲ウェブ高さ（１２２）に至って前記ストレートウェブ高さに戻るまでのところで、実質的に非直線的に先細になる、請求項９に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【０００１】

航空機、船舶、およびその他の車両は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）などの複合材料を使用して構築されることがより一般的であり、従来の材料を上回るこれらのタイプの複合材料の提供する軽量性および高強度が利用される。一例として、航空機の外板に構造的支持を提供するために使用される結合されたストリンガーは、CFRPから製造することができ、それにより、強度を有しながらも、従来のやり方で金属ストリンガーを外板に締結するときに比べ軽量のコンポーネントを作製する。しかしながら、ストリンガーが航空機の外側モールド線とともに湾曲したり、あるいは歪んだりする領域において問題が生じうる。このような領域の例としては、航空機の主翼ボックスおよびセンターボックスが連結される航空機の本体側面（SOB）がある。翼の二面角およびスイープ角は、面外キック荷重がストリンガーの耐えることのできないローリングモーメントを生じさせる、湾曲領域を生成しうる。これらの状況において、CFRPストリンガーは、ストリンガーウェブと基板フランジとの間の半径における層間引張応力のために不具合を起こす可能性があり、および／または基板フランジは、ストリンガーウェブと基板フランジとの間で結合されるストリンガーヌードルから分離する可能性がある。また、ボンドライン内の剪断荷重の増大によって、ストリンガーが外板から層間剥離する可能性もある。

【０００２】

その結果、湾曲連続CFRPストリンガーは、航空機の高荷重領域では従来使われてこなかった。これらの高荷重領域に対する既存の解決は、金属製SOBコードの反対側において主翼ボックスのストリンガーおよびセンターボックスのストリンガーを終端処理し、スプライスジョイントを形成することであった。外部補強は、通常、外板をSOBコードにさらに固定させる金属製SOB外板接合プレートを用いて、ジョイントにもたらされる。この解決法は、過剰な荷重および対応するローリングモーメントによるストリンガーの層間剥離またはその他の不具合を防止しうる一方で、金属製SOBコードおよび外板接合プレートは、好ましくないほど重たく複雑である。

【０００３】

これらの観点および他の観点から、ここに本発明が開示される。

【発明の概要】

【０００４】

本発明の概要は、以下の詳細説明でさらに述べられる単純化された形式で概念の選択を紹介するために提供されると理解されたい。本発明の概要は、特許請求された発明の範囲

10

20

30

40

50

を限定するために使用されることを意図するものではない。

【 0 0 0 5 】

装置および方法は、層間剥離またはその他の層間の不具合なく、航空機またはその他の車両の湾曲領域内の荷重および対応するモーメントを制御するために、連続複合ストリンガーを使用することを提供する。本明細書で開示されている一態様によれば、連続構造用パネルは、連続外板コンポーネントと、結合、共硬化、および/またはボルト留めされた連続複合ストリンガーとを含みうる。連続複合ストリンガーは、外板コンポーネントに連結された基板フランジと、基板フランジからウェブ高さまで外方へ突出するウェブとを有しうる。該ウェブは、連続複合ストリンガーの湾曲領域において先細になることができる。

10

【 0 0 0 6 】

別の態様によれば、高荷重を受ける領域内の湾曲複合構造用パネルを使用する方法は、任意の数の連続複合ストリンガーおよび連続外板コンポーネントを形成することを含む。ストリンガーおよび外板コンポーネントは互いに連結されうる。補強フィッティングは、安定性および面外の荷重伝達をもたらすために、パネルの湾曲領域内の基板フランジに連結されうる。各々の連続複合ストリンガーは、少なくとも1つのストレート領域および湾曲領域、基板フランジ、ならびにウェブを含むために形成されうる。ウェブは、各ストレート領域内のストレートウェブ高さ、と、ストレートウェブ高さよりも低い、各湾曲領域内の湾曲ウェブ高さとを有しうる。

【 0 0 0 7 】

20

さらに別の態様によれば、連続構造用パネルは、連続外板コンポーネントと、任意の数の連続複合ストリンガーとを含みうる。各々のストリンガーは、介在する湾曲領域とともに第1および第2のストレート領域を有する。ストリンガーは、外板コンポーネントに連結された基板フランジを有しうる。基板フランジは、ストレート領域内のストレート基板幅と、ストレート基板幅よりも大きい、湾曲領域内の湾曲基板幅とを含みうる。各々のストリンガーは、基板フランジから外方へ突出するウェブをさらに含むことができ、それにより、ストレート領域内のストレートウェブ高さ、と、ストレートウェブ高さよりも低い、湾曲領域内の湾曲ウェブ高さとを生成する。

【 0 0 0 8 】

説明した特徴、機能、および利点は、本発明の様々な実施形態において独立して達成可能であるか、またはさらなる別の実施形態で組み合わせることが可能であり、その詳細は以下の説明および図面を参照すると理解できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図1】図1は、本明細書に記載される様々な実施形態による、3つの高さが先細になる湾曲複合ストリンガーに連結された様々なコンポーネントを示す、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの前面斜視図である。

【図2】図2は、本明細書に記載される様々な実施形態による、図1の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの後面斜視図である。

【図3】図3は、本明細書に記載される様々な実施形態による、高さが先細になる湾曲複合ストリンガーの態様をより明瞭に示すためにリブおよびフィッティングの一部が入っていない、図1の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの拡大図である。

40

【図4】図4は、本明細書に記載される様々な実施形態による、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの上面図である。

【図5】図5は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図4の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

【図6】図6は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図4の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

【図7】図7は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図4の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

50

【図 8】図 8 は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図 4 の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

【図 9】図 9 は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図 4 の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

【図 10】図 10 は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図 4 の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

【図 11】図 11 は、本明細書に記載される様々な実施形態による、ストリンガーに沿った連続参照位置における、図 4 の湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルの断面図である。

10

【図 12】図 12 は、本明細書に記載される様々な実施形態による、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネルを形成する方法を示すプロセスフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

下記の詳細な説明は、層間剥離またはその他の層間の不具合なく、航空機またはその他の車両の湾曲領域内の荷重および対応するモーメントを制御する連続複合ストリンガーを使用するための装置、システム、および方法を対象とする。様々な実施形態が航空機に照らして以下で説明されるが、航空機の本体側面（SOB）領域に関連する具体例において、本明細書に記載される態様は、連続湾曲複合ストリンガーを使用することにより利益を享受する任意の車両または構造に適用可能であることを理解されたい。

20

【0011】

既に簡略的に説明したように、従来のCFRPおよびその他の湾曲複合ストリンガーは、層間剥離の問題およびその他の材料の不具合を経験せずに、航空機の幾つかのSOBやその他の非平面領域で経験される高荷重および対応するモーメントに通常耐えることができない。従来のストリンガーは、航空機の外板に連結されうる、垂直ウェブおよび基板フランジを含む。従来は、ウェブおよび基板フランジは、実質的に均一な寸法で構成される。すなわち、従来のストリンガーウェブが基板フランジから離れるように延在する高さや垂直方向の距離は、ストリンガーの長さに沿って変化しない可能性がある。同様に、従来のストリンガー基板フランジがストリンガーウェブからいずれかの方向に延在する幅や水平方向の距離は、ストリンガーの長さに沿って一定に保たれる可能性がある。従来の複合ストリンガーが真っ直ぐではなく曲がっているときは、湾曲部分が面内荷重方向に対して垂直な面外キック荷重を生成する。曲率半径が比較的小さいときは、キック荷重により結果的に生じるストリンガーのローリングモーメントが、複合ストリンガーのモーメントに耐える能力を越える可能性がある。

30

【0012】

これらの状況において、従来の複合ストリンガーは、ストリンガーウェブと基板フランジとの間の半径における層間引張応力のために不具合を起こす可能性がある。さらに、基板フランジは、ストリンガーウェブと基板フランジとの間で結合されたストリンガーノードルから分離する可能性がある。また、ストリンガーが、ボンドライン内の剪断荷重の増大によって、外板から層間剥離する可能性もある。結果として、従来のストリンガーは、内部支持コードコンポーネントおよび高荷重に耐えうる外部接合プレートを使用するスプライスジョイントにおいて終端処理されることが一般的である。しかしながら、内部支持コードコンポーネントおよび外部接合プレートは、通常チタンまたは別の金属で製造される実質的な支持体である。これらの金属コンポーネントは、航空機の重量とコストを好ましくないほど増大させる。

40

【0013】

本明細書に記載される概念および技術を使用すると、連続湾曲ストリンガーは、湾曲した高荷重領域で、ウェブの高さが先細になるように構成されうる。ウェブの高さが著しく減少した高さに先細になるにつれて、基板フランジは増大した幅に広がりうる。様々な実施形態によれば、ストリンガーの断面領域がストリンガーの長さに沿って大体同一に保た

50

れるように、ウェブの高さの減少に対する基板フランジの広がり割合は比例しうる。結果としてもたらされたストリンガーおよび外板パネルの高度に輪郭成形された領域内の連続ストリンガーに連結された補強フィッティングを使用することにより、荷重が適切に制御されることができ、それと同時に、従来の金属製スプライスジョイントに比較して、全体的重量、部品数、および全体的コストが減少する連続複合ストリンガーが可能となる。

【0014】

以下の詳細な説明において、添付図面を参照するが、添付図面は本明細書の一部を形成するものであり、例示、特定の実施形態、または実施例の形で示される。ここで図面を参照しながら、高さが先細になる複合ストリンガーおよび対応するコンポーネントについて説明していくが、複数の図面を通して同じ番号は同じ要素を表している。図1および図2を参照すると、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネル100それぞれの前面斜視図および後面斜視図が示される。この例によれば、パネル100は、任意の数のストリンガーが使用されうるが、3つの高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102を含む。高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102は、結合、共硬化、またはボルト留めされることによって、外板コンポーネント104に固定される。この例における外板コンポーネント104は、主翼ボックス外板106と、センターボックス外板108とを含む。

【0015】

外板コンポーネント104は、航空機またはその他の車両の任意の湾曲したまたは輪郭成形された領域を覆う任意の連続外板部分であることが可能であり、主翼ボックス外板106とセンターボックス外板108との間のジャンクションに制限されないことを理解されたい。本明細書で使用される"連続"は、共通のフィッティングにおいて終端処理せず、むしろ関心領域を通して単一のコンポーネントセグメントとして連続する、複合材またはその他の材料に適用しうる。"連続"は、単一の連続セグメントを形成するために、複合材またはその他の材料を互いに接合する既知のプロセスを通して形成される複合材またはその他の材料に適用しうる。

【0016】

各々の高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102は、ウェブ110と、基板フランジ112とを含む。ここで図5に示される断面図を参照すると、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102のコンポーネントをより明瞭に見ることができる。図5に示すように、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102は、傾斜を有するまたはL字型の2つの複合シートを作製し、それらをウェブ110が基板フランジ112から実質的に垂直に離れる方向に延在する形で互いに結合することにより、形成することができる。しかしながら、本開示の範囲から逸脱しなければ、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102を形成する任意の方法を使用しうることを理解されたい。ウェブ110はウェブ高さ122を有し、それと同時に、基板フランジ112は基板幅120を有する。これらの寸法は、以下に詳細に説明される。複合コンポーネント、またはヌードル502は、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー102に積層することができ、それによりウェブ110と基板フランジ112との間にできた空洞を埋める。本明細書に記述されている概念が利用されない場合、ヌードル502は、従来の複合ストリンガーの湾曲領域で層間剥離が生じうる領域でありうる。

【0017】

図1および図2に戻ると、この例示的な実施形態のパネル100は、取り付けられたリブ114を含みうる。リブ114は、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネル100に取り付けられる任意のタイプのパネルであることができ、図面に示す構成に限定されない。この例によれば、リブ114は、フィッティング116を介してパネル100の湾曲領域126においてパネル100に取り付けられる。湾曲領域126は、パネル100が湾曲または輪郭成形を経験するところであり、従来は、主翼ボックス外板106およびセンターボックス外板108がコードおよび接合プレートにおいて終端処理されない限り、過剰なウェブ荷重によるストリンガーの不具合または層間剥離を引き起こすことがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

しかしながら、本明細書に記載されている実施形態によれば、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 のウェブ 1 1 0 は、ストリンガーがストレート領域 1 2 4 から湾曲領域 1 2 6 に移行するにつれ、ウェブ高さ 1 1 2 が減少する。ストレート領域 1 2 4 は、ウェブ 1 1 0 が平らな平坦面をつくる、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の任意の長手状部分と解釈することができる。同様に、湾曲領域 1 2 6 は、ウェブ 1 1 0 が曲面または非平面をつくる、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の任意の長手状部分と解釈することができる。図 1 および図 2 に示される例によれば、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 は、ストレート領域 1 2 4 から湾曲領域 1 2 6 に移行し、ストレート領域 1 2 4 に戻る。

10

【 0 0 1 9 】

ウェブ 1 1 0 の高さを先細にすることにより、ウェブ 1 1 0 に関連するキック荷重およびローリングモーメントが減少する。様々な実施形態によれば、ウェブ高さ 1 2 2 は、パネルのストレート領域内のウェブ 1 1 0 に関連する高さ（"ストレートウェブ高さ"と呼ばれる）から湾曲領域 1 2 6 内のウェブ 1 1 0 に関連する最小のウェブ高さ 1 2 2（"湾曲ウェブ高さ"と呼ばれる）にかけて実質的に直線的（または非直線的に）に先細になる。先細になるにつれて、基板フランジは、ストレート領域 1 2 4 内の基板幅 1 2 0（"ストレート基板幅"と呼ばれる）から湾曲領域 1 2 6 内の最大の基板幅 1 2 0（"湾曲基板幅"と呼ばれる）にかけて実質的に直線的（または非直線的に）に広がりうる。逆に、ウェブ高さ 1 2 2 が、パネル 1 0 0 の湾曲領域 1 2 6 内の湾曲ウェブ高さからストレート領域 1 2 4 内のストレートウェブ高さに戻ると増大するにつれて、湾曲基板幅は、ストレート領域 1 2 4 内のストレート基板幅に戻ると減少する。図 4 から 1 1 に関して以下でより詳細に述べられるように、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の断面領域がパネル 1 0 0 の様々なセグメントを通して概ね一定に保たれるように、ウェブ高さ 1 2 2 と基板幅 1 2 0 との関係は比例関係でありうる。このようにすることで、湾曲基板幅における基板フランジ 1 1 2 は、湾曲ウェブ高さが最小であるために著しいローリングモーメントを誘発することなく、ストレートウェブ高さにおいてウェブ 1 1 0 によって以前支えられた荷重の一部を支える。

20

【 0 0 2 0 】

ウェブ 1 1 0 を湾曲ウェブ高さまで先細にすると、いくらかの慣性曲げモーメントが失われる。慣性曲げモーメントを再構築し、リブ 1 1 4 のような他の構造物に面外キック荷重を伝達する取組みに、補強フィッティング 1 1 6 が使用されうる。該フィッティングは、限定しないが、アルミニウム、チタン、および C F R P を含む金属または非金属材料から形成されうる。ウェブ高さ 1 2 2 の減少により、高さが先細になる湾曲複合ストリンガーウェブ 1 1 0 によって支えられるアキシアル荷重が湾曲領域 1 2 6 において著しく減少するため、ウェブ内のキック荷重およびモーメントは著しく少ない。結果として、ストリンガーウェブに対する構造補強は必要なく、外板およびストリンガーへのフィッティング 1 1 6 の組み立てを、従来のコードおよび接合プレートよりも実質的により単純にする。補強フィッティング 1 1 6 は、上述のように、追加の構造的支持をもたらすために既知の技術を使用して、湾曲領域 1 2 6 の高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の基板フランジ 1 1 2 に連結することができ、パネル 1 0 0 にリブ 1 1 4 のような追加のコンポーネントを連結することができる。

30

40

【 0 0 2 1 】

次に図 3 を参照すると、湾曲領域 1 2 6 の拡大図が示されている。この図面では、ウェブ 1 1 0 および基板フランジ 1 1 2 の構成をより明瞭に図解するために、補強フィッティング 1 1 6 の大部分が除外されている。この例で理解されるように、基板フランジは、ウェブ 1 1 0 が湾曲ウェブ高さ 3 0 4 まで先細になる位置に対応する高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の長手方向位置に隣接する湾曲基板幅 3 0 2 まで広がる。この位置は、主翼ボックスとセンターボックスとの間の S O B ジョイントの位置のように、湾曲領域 1 2 6 の中心でありうる。様々な実施形態によれば、ウェブ 1 1 0 が先細になること

50

と基板フランジ 1 1 2 が広がることは比例する可能性もあり、または互いに対して不釣り合いになる可能性もある。先細にすることと広げることは、ストリンガーの湾曲部の開始位置の前にある高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の長手方向位置で開始しうる。

【 0 0 2 2 】

ウェブ 1 1 0 を先細にすることは、ウェブ 1 1 0 内のキック荷重および対応するモーメントを減少させる。これらの荷重およびモーメントは、ストリンガーのウェブ 1 1 0 から基板フランジ 1 1 2 に至る領域内の層間引張の不具合を防止する量まで減少する。基板フランジ 1 1 2 を広げることは、外板コンポーネント 1 0 4 と基板フランジ 1 1 2 が結合する領域を増大させ、それにより、外板コンポーネント 1 0 4 と基板フランジ 1 1 2 との間の荷重伝達の度合いが低下する。このように広げることをしなければ、基板フランジ 1 1 2 は、ボンドラインの荷重伝達が増大することによって、外板コンポーネント 1 0 4 から分離または層間剥離しうる。様々な実施形態によれば、ウェブ 1 0 0 を先細にすることおよび基板フランジ 1 1 2 を広げることは、比例する可能性もあれば、比例しない可能性もあり、直線的である可能性もあれば、直線的でない可能性もあることを理解されたい。

【 0 0 2 3 】

図 4 は、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 に連結された外板コンポーネント 1 0 4 を含む連続湾曲複合パネル 4 0 0 の実施例の上面図を示している。パネル 1 0 2 は、湾曲領域 1 2 6 に移行し、ストレート領域 1 2 4 に戻る、ストレート領域 1 2 4 を含む。S O B ジョイントの位置のような湾曲領域 1 2 6 の中心位置において、補強フィッティング 1 1 6 が基板フランジ 1 1 2 に連結される。図 4 では、一実施形態による、ストレート領域と湾曲領域との間の移行を通して、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の構成をより明瞭に図解するために、パネル 4 0 0 全体にわたって A から G までの位置またはステーションを表す 7 本の線が引かれている。図 5 から 1 1 は、これらの各ステーションにおけるパネル 4 0 0 の断面図を表す。

【 0 0 2 4 】

図 5 を見ると、ステーション A は、湾曲領域 1 2 6 へ移行する前の第 1 のストレート領域 1 2 4 内の位置を表す。ストレート領域 1 2 4 では、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 は、ウェブ高さ 1 2 2 を有するウェブ 1 1 0 を含む。ウェブ高さ 1 2 2 は、ストレート領域 1 2 4 内では最大でありうる。同様に、基板幅 1 2 0 は、ストレート領域 1 2 4 内では最小でありうる。ウェブ高さ 1 2 2 は、ヌードル 5 0 2 の先端部から、または基板フランジ 1 1 2 の上面から、ウェブ 1 1 0 の遠位端部までを測定することによって、測定することができることに注意されたい。図 6 は、基板フランジ 1 1 2 が広がる間、ウェブ 1 1 0 が先細になり始める湾曲領域 1 2 6 内の長手方向位置である、ステーション B における高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の断面図を示している。図面は必ずしも正確な縮尺で描かれているわけではないが、実施形態は、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の湾曲領域 1 2 6 からおよび湾曲領域 1 2 6 への移行を通して実質的に一定に保たれる、ウェブ 1 1 0 および基板フランジ 1 1 2 の集合的断面領域を提供していることが理解される。

【 0 0 2 5 】

図 7 は、ストレート領域 1 2 4 内のステーション A と湾曲領域 1 2 6 の中心のまたは中心の近くのステーション D との間の長手方向位置である、ステーション C における高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の断面図を示している。示されているように、ウェブ 1 1 0 を先細にすることに対して比例して、または独立して、基板幅 1 2 0 が広がり続けるにつれて、ウェブ高さ 1 2 2 は減少し続ける。断面図は、一実施形態による補強フィッティング 1 1 6 をさらに示している。補強フィッティング 1 1 6 は、ウェブ 1 1 0 に接触することなく、ウェブ 1 1 0 を跨ぐようにして、基板フランジ 1 1 2 の上面に固定されうる。ウェブ 1 1 0 と補強フィッティング 1 1 6 との間のギャップは、最小であることができ、基板フランジ 1 1 2 へのフィッティングの組み立てを促進する。補強フィッティング 1 1 6 の高さは、所望の慣性曲げモーメントの値が達成されるように、ジョイントの

安定性に従って決定されうる。

【 0 0 2 6 】

図 8 は、湾曲領域 1 2 6 の中心のまたは中心の近くの長手方向位置である、ステーション D における高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の断面図を示している。この位置において、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の曲率半径は最小となっており、それにより、ウェブ 1 1 0 に対して実質的に最大の荷重がかかりうる。したがって、実施形態は、最小の高さのウェブ 1 1 0 を提供し、その高さは、図 3 における湾曲部の中心の湾曲ウェブ高さ 3 0 4 でありうる。例示的一実装態様によると、湾曲ウェブ高さ 3 0 4 は、0 . 2 インチでありうるが、その高さは 0 まで下がりうる。さらにこの位置において、基板フランジ 1 1 2 は最大幅となっており、その幅は湾曲基板幅 3 0 2 でありうる。図 9 から 1 1 は、第 1 のストレート領域 1 2 4 に関連するステーション A おいてウェブ高さ 1 2 2 および基板幅 1 2 0 に実質的に対応するウェブ高さ 1 2 2 および基板幅 1 2 0 それぞれに引き続きウェブを伸ばすことおよび基板フランジ 1 1 2 を狭くすることを図解する、ステーション E から G における高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の断面図を示している。

10

【 0 0 2 7 】

次に図 1 2 を参照すると、航空機またはその他の車両または構造物の高荷重領域内の湾曲複合構造用パネルを使用するための、例示の手順 1 2 0 0 が詳細に説明される。図面で示し本明細書の説明に記載されるよりも多くのまたは少ない作業が行われる場合があることを理解されたい。これらの作業は、本明細書で説明するのとは異なる順番で行うこともできる。

20

【 0 0 2 8 】

手順 1 2 0 0 は、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 が形成される作業 1 2 0 2 から始まる。複合プライは、既知の方法または材料を使用して形成されうる。しかしながら、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 を形成するにあたって、ウェブ 1 1 0 は、適切な湾曲領域 1 2 6 内で、上述の概念に従って、トリミングされるべきである。ストレートウェブ高さから所望の湾曲ウェブ高さ 3 0 4 に、およびその逆順にウェブ 1 1 0 を先細にすることは、複合材の硬化の間またはその後にウェブ 1 1 0 を適切にトリミングすることを含みうる。

【 0 0 2 9 】

ルーチン 1200 は作業 1202 から作業 1204 へ続き、連続外板コンポーネント 1 0 4 が形成される。連続外板コンポーネント 1 0 4 は、任意の既知の材料およびプロセスを使用して作製されうる。ルーチン 1200 は作業 1206 へ続き、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 は、既知の技術に従って所望の位置において連続外板コンポーネント 1 0 4 に連結され、湾曲連続ストリンガーおよび外板パネル 1 0 0 が形成される。パネル 1 0 0 は、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 とともに少なくとも 1 つの湾曲領域 1 2 6 を有し、該高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 は、第 1 のストレート領域 1 2 4 においてストレートウェブ高さおよび基板幅を有するところから、湾曲領域 1 2 6 における湾曲ウェブ高さ 3 0 4 および湾曲基板幅 3 0 2 へ移行し、第 2 のストレート領域 1 2 4 におけるストレートウェブ高さおよび基板幅に戻る。

30

40

【 0 0 3 0 】

ルーチン 1 2 0 0 は作業 1 2 0 6 から作業 1 2 0 8 へ続き、一または複数の補強フィッティング 1 1 6 が、一または複数の湾曲領域 1 2 6 内の適切な位置において、高さが先細になる湾曲複合ストリンガー 1 0 2 の基板フランジ 1 1 2 に連結される。作業 1 2 1 0 では、リブ 1 1 4 などの補助構造用パネルは、補強フィッティング 1 1 6 を介して湾曲連続ストリンガーおよび外板パネル 1 0 0 に取り付けることができ、ここで手順 1 2 0 0 は終了する。

【 0 0 3 1 】

前述した内容に基づいて、湾曲したおよび輪郭成形された複合パネル内の様々な荷重および結果として生じるモーメントを制御する技術が本明細書に記載されていることを理解

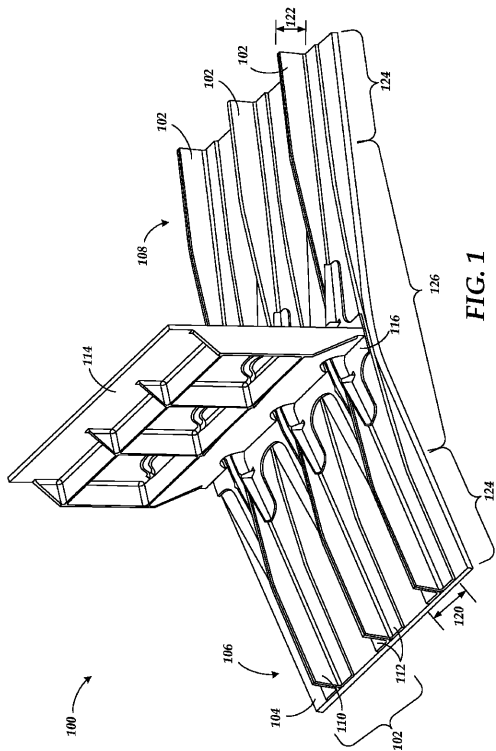
50

されたい。本明細書に開示されている概念を使用すると、湾曲連続ストリンガーおよび外板コンポーネントは、湾曲連続複合パネルが実装される航空機またはその他のプラットフォームの重量、部品点数、およびコストを増大させる、重量のある従来の金属製フィッティングの代わりに確実に使用することができる。

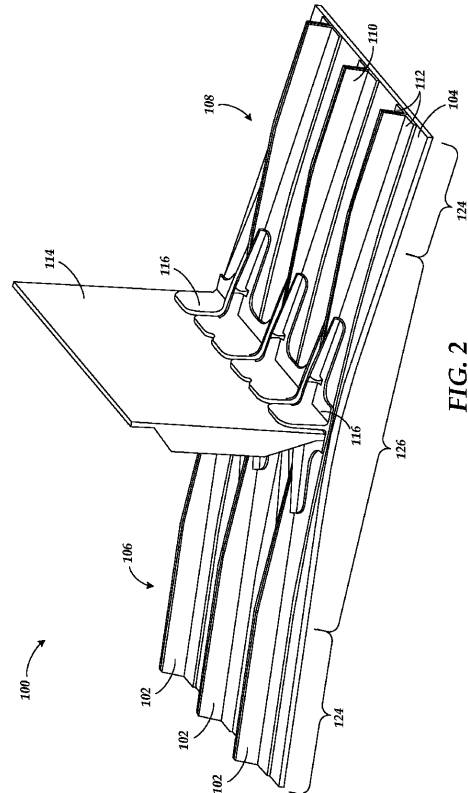
【 0 0 3 2 】

上述の内容は図面のみにより提供されているが、これに限定するものと解釈されるべきではない。図示され説明が加えられた実施形態や適用の例に正確に従わなくとも、本発明の開示の真の精神と範囲から逸脱しなければ、ここで述べられた内容に対し、様々な修正や変更が行われてもよく、このことは後に続く請求の範囲で明記される。

【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】

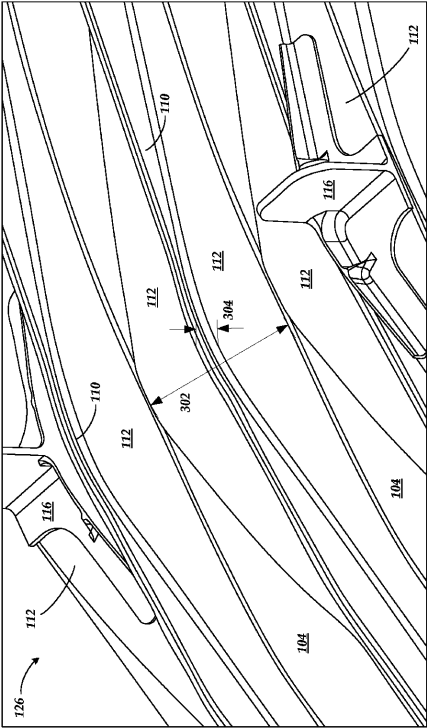
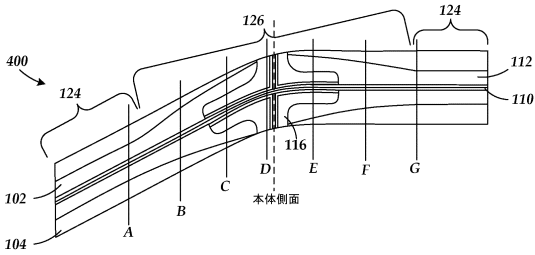
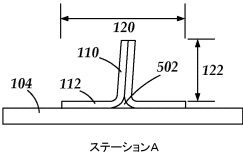


FIG. 3

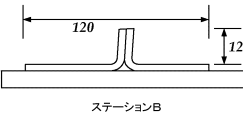
【図 4】



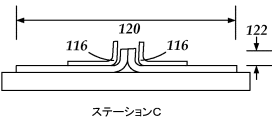
【図 5】



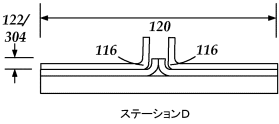
【図 6】



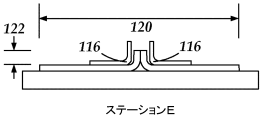
【図 7】



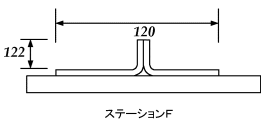
【図 8】



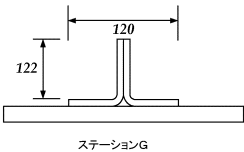
【図 9】



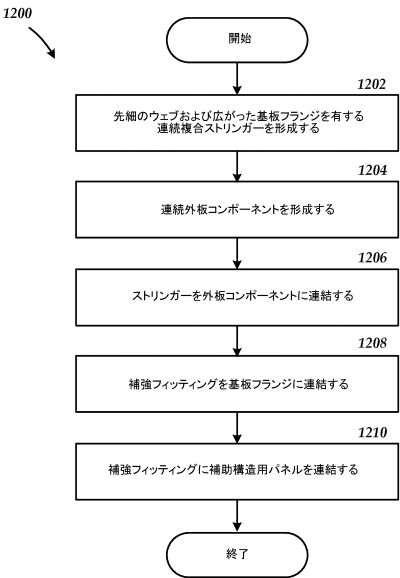
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 ネルソン, ポール イー.
アメリカ合衆国 ワシントン 98466, ユニヴァーシティ プレイス, 37番 ストリート ウェスト 7823
- (72)発明者 ウェルテ, ベン クリストファー
アメリカ合衆国 ワシントン 98204, エヴァレット, ピー.オー. ボックス 4475
- (72)発明者 リー, カール ビー.
アメリカ合衆国 ワシントン 98034, カークランド, ノースイースト 121番 プレイス 7245

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特表2010-531775(JP,A)
特表2010-531776(JP,A)
特表2010-533622(JP,A)
独国特許発明第102008057247(DE,B3)
特表2007-532384(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 C	1 / 0 0	
B 6 4 C	1 / 0 6	
B 6 4 C	1 / 1 2	
B 6 4 C	1 / 2 6	
B 6 4 C	3 / 1 8	
B 6 4 C	3 / 2 6	
B 6 3 B	3 / 2 6	- 3 / 3 6
B 6 3 B	5 / 2 4	