

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7012483号
(P7012483)

(45)発行日 令和4年1月28日(2022.1.28)

(24)登録日 令和4年1月20日(2022.1.20)

(51)国際特許分類

B 6 4 F	5/40 (2017.01)	B 6 4 F	5/40
B 6 4 C	1/00 (2006.01)	B 6 4 C	1/00
B 6 4 C	1/12 (2006.01)	B 6 4 C	1/12

F I

B

請求項の数 11 外国語出願 (全25頁)

(21)出願番号 特願2017-152114(P2017-152114)
 (22)出願日 平成29年8月7日(2017.8.7)
 (65)公開番号 特開2018-70141(P2018-70141A)
 (43)公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)
 審査請求日 令和2年8月7日(2020.8.7)
 (31)優先権主張番号 15/258,919
 (32)優先日 平成28年9月7日(2016.9.7)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 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	110002077 園田・小林特許業務法人
(72)発明者	スター・レメルト アンドリュー アメリカ合衆国 イリノイ 60606- 1596, シカゴ, ノース リバーサ イド プラザ 100
(72)発明者	ネルセシアン, ナーバー アメリカ合衆国 イリノイ 60606- 1596, シカゴ, ノース リバーサ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 胴体バレルに対する損傷を修理する方法並びに関連装置及びシステム

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

航空機(100)の継目のない構造を有する胴体バレル(102)の一部を交換する方法(200)であって、前記方法が、

前記胴体バレルの長手方向軸(106)に平行な方向に前記胴体バレルに沿った少なくとも第1の接合線(104A)と第2の接合線(104B)を確定すること(202)、前記少なくとも第1の接合線と第2の接合線を確定することに続いて、前記第1の接合線と前記第2の接合線との間の前記胴体バレルの第1のセクション(108A)内の損傷を検出すること(204)、

前記損傷を検出した後に、前記第1の接合線と前記第2の接合線に沿って前記胴体バレルを切断し、前記胴体バレルの主たるセクション(103)から前記第1のセクションを物理的に分離すること(206)、

前記胴体バレルの前記主たるセクションから切断された前記第1のセクションを除去すること(208)、及び

除去された前記第1のセクションの代わりに、前記主たるセクションと共に形成されていない新しいセクションを、前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合すること(210)、を含む、方法(200)。

【請求項2】

前記胴体バレル(102)が、第1の端(112)から第2の端(114)へ前記長手方向軸(106)に沿って長手方向に延在し、且つ

前記第1の接合線（104A）と前記第2の接合線（104B）が、両方とも、前記胴体バレルの前記第1の端から前記胴体バレルの前記第2の端へ延在する、請求項1に記載の方法（200）。

【請求項3】

前記新しいセクション（110）を前記胴体バレル（102）の前記主たるセクション（103）に接合すること（210）が、前記新しいセクションと前記胴体バレルの前記主たるセクションとの間で、前記長手方向軸（106）と平行に、前記第1の接合線（104A）に沿って第1の突き合わせ継手（124）を形成すること、及び、前記第2の接合線（104B）に沿って第2の突き合わせ継手（125）を形成することを含む、請求項1又は2に記載の方法（200）。 10

【請求項4】

前記新しいセクション（110）が、前記第1の接合線（104A）と前記第2の接合線（104B）の前記胴体バレル（102）における位置に応じて、前記胴体バレルの損傷（107）の前に予め製造されている、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法（200）。

【請求項5】

前記第1のセクション（108A）と前記新しいセクション（110）の各々が、前記胴体バレル（102）の少なくとも4分の1を形成している、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法（200）。

【請求項6】

航空機（100）の胴体バレルアセンブリ（101）であって、
 繰目のない構造を有する胴体バレル（102）の主たるセクション（103）、
 ワンピースの構造を有する前記胴体バレルの、前記主たるセクションと共に形成されていない新しいセクション（110）であって、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第1の突き合わせ継手（124）に沿って、且つ、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第2の突き合わせ継手（125）に沿って、前記主たるセクションに接合され、前記第1の突き合わせ継手及び前記第2の突き合わせ継手が各々、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間に繰目を形成する、新しいセクション、
前記第1の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第1の接合プレート（126）、
前記第2の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第2の接合プレート（127）、
前記第1の接合プレートに連結された第1の交換シヤタイ（138）、
前記第2の接合プレートに連結された第2の交換シヤタイ（140）、及び
前記第1の交換シヤタイと前記第2の交換シヤタイの両方に連結されたフレーム要素（132）、を備える、胴体バレルアセンブリ（101）。 30

【請求項7】

前記主たるセクション（103）が、前記第1の突き合わせ継手（124）と平行に延在する第1のストリンガ（116）、及び前記第2の突き合わせ継手（125）と平行に延在する第2のストリンガを備え、 40

前記新しいセクション（110）が、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第3のストリンガ、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第4のストリンガを備え、前記胴体バレル（102）が、

前記第1の接合プレート（126）と前記第1の突き合わせ継手との間に、且つ、前記第1のストリンガと前記第3のストリンガとの間に、第1の充填材を更に備え、

前記第2の接合プレート（127）と前記第2の突き合わせ継手との間に、且つ、前記第2のストリンガと前記第4のストリンガとの間に、第2の充填材を更に備える、請求項6に記載の胴体バレルアセンブリ（101）。

【請求項8】

前記主たるセクション（103）が、前記第1の突き合わせ継手（124）と平行に延在 50

する第1のストリンガ(116)、及び前記第2の突き合わせ継手(125)と平行に延在する第2のストリンガを備え、

前記新しいセクション(110)が、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第3のストリンガ、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第4のストリンガを備え、

前記第1のストリンガが第1のフランジを備え、

前記第2のストリンガが第2のフランジを備え、

前記第3のストリンガが第3のフランジを備え、

前記第4のストリンガが第4のフランジを備え、

前記第1の接合プレートが、前記第1のストリンガの前記第1のフランジ、及び前記第3のストリンガの前記第3のフランジに取り付けられ、

前記第2の接合プレートが、前記第2のストリンガの前記第2のフランジ、及び前記第4のストリンガの前記第4のフランジに取り付けられ、

前記第1の接合プレート及び前記第1のフランジが前記第1の交換シヤタイと前記胴体バレルの前記主たるセクションの間に配置され、且つ前記第1の接合プレート及び前記第3のフランジが前記第1の交換シヤタイと前記胴体バレルの前記新しいセクションの間に配置されるように、前記第1の交換シヤタイが、前記第1のストリンガの前記第1のフランジ及び前記第3のストリンガの前記第3のフランジに取り付けられ、

前記第2の接合プレート及び前記第2のフランジが前記第2の交換シヤタイと前記胴体バレルの前記主たるセクションの間に配置され、且つ前記第2の接合プレート及び前記第4のフランジが前記第2の交換シヤタイと前記胴体バレルの前記新しいセクションの間に配置されるように、前記第2の交換シヤタイが、前記第2のストリンガの前記第2のフランジ及び前記第4のストリンガの前記第4のフランジに取り付けられる、請求項6又は7に記載の胴体バレルアセンブリ(101)。

【請求項9】

前記第1の突き合わせ継手(124)と前記第2の突き合わせ継手(125)が、互いから円周方向に間隔を空けられ、

前記第1の突き合わせ継手と前記第2の突き合わせ継手が、前記胴体バレル(102)の長手方向軸(106)と平行に延在し、且つ

前記第1の突き合わせ継手と前記第2の突き合わせ継手が、前記胴体バレルの第1の端(112)から前記胴体バレルの第2の端(114)へ延在している、請求項6から8のいずれか一項に記載の胴体バレルアセンブリ(101)。

【請求項10】

前記主たるセクション(103)、前記新しいセクション(110)、前記第1の接合プレート(126)、及び前記第2の接合プレート(127)が、纖維強化ポリマーから作られている、請求項6から9のいずれか一項に記載の胴体バレルアセンブリ(101)。

【請求項11】

前記第1の接合プレートが複数の第1の接合プレートセグメントに分割され、前記第2の接合プレートが複数の第2の接合プレートセグメントに分割される、請求項6から10のいずれか一項に記載の胴体バレルアセンブリ(101)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、広くは、航空機の胴体バレルに関し、特に、纖維強化ポリマーから作られた航空機の胴体バレルを修理することに関する。

【背景技術】

【0002】

金属から作られた胴体バレルを有する通常の航空機では、胴体バレルが複数の既存の相互連結されたセグメントを含む。しばしば、金属から作られた従来の胴体バレルの相互連結されたセグメントは、航空機の最初の運行前に、航空機が最初に組み立てられるときに、重ね継ぎ(lap joint)において共に連結される。そのような従来の胴体バレルに対する損

傷が生じると、損傷を含む相互連結されたセグメントのうちの 1 以上のセグメントが、製造接合部 (production splice) に沿って分離され、胴体バレルから除去され、損傷を受けていない 1 以上のセグメントによって交換される。金属から作られた従来の胴体バレルは、複数ピースの構造を有するように最初に製造されるので、金属から作られた従来の胴体バレルに対する損傷の修理は、比較的容易に完了され得る。

【 0 0 0 3 】

繊維強化ポリマーなどの技術的に進んだ材料は、ワンピースの胴体バレルの構造を可能にし、それは、胴体バレルの周りで数多くのパネルを相互連結することを必要としない。胴体パネルを除去し且つ交換する従来の方法は、ワンピースの構造から作られる胴体バレルには不適切である。例えば、ワンピースの構造を有する胴体バレルに対する損傷を修理する従来の方法は、困難で、時間がかかり、高価で、望ましくない美観をもたらし得る。

10

【 発明の概要 】

【 0 0 0 4 】

本出願の主題は、現在の最先端技術に応じて、特に、ワンピースの構造を有する胴体バレルに対する損傷を修理することに関連した問題及び欠点に応じて開発されてきた。それらの問題及び欠点は、現在利用可能な技術によって未だ完全には解決されていない。したがって、本出願の主題は、先行技術の上述された欠点のうちの少なくとも幾つかを克服する、ワンピースの構造を有する胴体バレルに対する損傷を修理する方法を提供するために開発されてきた。より具体的には、一実施態様では、ワンピースのバレルの設計の構造上及び製造上の効率を利用するため、大きなスケールの損傷イベントに含まれた機体が素早く修理され運航に戻されることを保証する助けとなる方法が開示される。

20

【 0 0 0 5 】

航空機の胴体バレルに対する損傷を修理する方法が、本明細書で開示される。胴体バレルは、ワンピースの構造を有する。該方法は、胴体バレルの損傷の前に、胴体バレルの長手方向軸に平行な方向に胴体バレルに沿った少なくとも第 1 の仮想接合線 (virtual splice line) と第 2 の仮想接合線を確定することを含む。該方法は、第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線との間の胴体バレルの第 1 のセクション内の損傷を検出することも含む。該方法は、第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線に沿って胴体バレルを切断し、胴体バレルの主たるセクションから第 1 のセクションを物理的に分離することを更に含む。該方法は、胴体バレルの主たるセクションから第 1 のセクションを除去することも含む。該方法は、更に、第 1 のセクションの代わりに新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 1 を特徴付ける。

30

【 0 0 0 6 】

胴体バレルは、第 1 の端から第 2 の端へ長手方向軸に沿って長手方向に延在する。第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線は、両方とも、胴体バレルの第 1 の端から胴体バレルの第 2 の端へ延在する。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 2 を特徴付けており、実施例 2 は、上記の実施例 1 による主題も含む。

【 0 0 0 7 】

新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、新しいセクションと胴体バレルの主たるセクションとの間で、長手方向軸と平行に、第 1 の仮想接合線に沿って第 1 の突き合わせ継手 (butt joint) を形成すること、及び、第 2 の仮想接合線に沿って第 2 の突き合わせ継手を形成することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 3 を特徴付けており、実施例 3 は、上記の実施例 1 又は 2 のうちの何れか一方による主題も含む。

40

【 0 0 0 8 】

新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、第 1 の突き合わせ継手を第 1 の接合プレートに重ねること、第 2 の突き合わせ継手を第 2 の接合プレートに重ねること、及び第 1 の接合プレートと第 2 の接合プレートを、胴体バレルの主たるセクションの内面と新しいセクションの内面とに固定することを更に含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 4 を特徴付けており、実施例 4 は、上記の実施例 3 による主題も

50

含む。

【 0 0 0 9 】

第1のセクションを胴体バレルの主たるセクションから除去することは、第1の仮想接合線にまたがって胴体バレルに連結された第1のシヤタイ (shear tie) から、且つ、第2の仮想接合線にまたがって胴体バレルに連結された第2のシヤタイから、胴体バレルの周りで円周方向に延在するフレーム要素を連結解除すること、胴体バレルから第1のシヤタイを連結解除すること、及び、胴体バレルから第2のシヤタイを連結解除することを含む。新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、第1の接合プレートに第1の交換シヤタイを連結することであって、第1の交換シヤタイが第1のシヤタイとは異なるように構成されている、連結すること、第2の接合プレートに第2の交換シヤタイを連結することであって、第2の交換シヤタイが第2のシヤタイとは異なるように構成されている、連結すること、及び、第1の交換シヤタイと第2の交換シヤタイにフレーム要素を連結することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例5を特徴付けており、実施例5は、上記の実施例4による主題も含む。10

【 0 0 1 0 】

第1の接合プレートは、第1の突き合わせ継手に沿って実質的に端から端まで配置された、複数の第1の接合プレートセグメントを含む。第2の接合プレートは、第2の突き合わせ継手に沿って実質的に端から端まで配置された、複数の第2の接合プレートセグメントを含む。新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、隣接する第1の接合プレートセグメントの少なくとも部分に固定され且つまたがる少なくとも1つの連結器を用いて、隣接する第1の接合プレートセグメントを相互連結することを更に含む。新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、隣接する第2の接合プレートセグメントの少なくとも部分に固定され且つまたがる少なくとも1つの連結器を用いて、隣接する第2の接合プレートセグメントを相互連結することを更に含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例6を特徴付けており、実施例6は、上記の実施例4又は5のうちの何れか一方による主題も含む。20

【 0 0 1 1 】

互いから円周方向に間隔を空けられ且つ胴体バレルの長手方向軸と平行に胴体バレルに沿って延在する、複数のストリンガが、胴体バレルに連結されている。複数のストリンガは、少なくとも第1のストリンガを含む第1の組のストリンガと第3のストリンガを含む第2の組のストリンガへグループ分けされる。第1の仮想接合線は、第1の組のストリンガの間で延在する。第2の仮想接合線は、第2の組のストリンガの間で延在する。この段落の上述の主題は、本開示の実施例7を特徴付けており、実施例7は、上記実施例4～6のうちの何れか1つによる主題も含む。30

【 0 0 1 2 】

新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、第1の接合プレートと第1の突き合わせ継手との間で、且つ、第1のストリンガと新しいセクションの第2のストリンガとの間で、第1の充填材を配置すること、及び、第2の接合プレートと第2の突き合わせ継手との間で、且つ、第3のストリンガと新しいセクションの第4のストリンガとの間で、第2の充填材を配置することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例8を特徴付けており、実施例8は、上記の実施例7による主題も含む。40

【 0 0 1 3 】

胴体バレル、第1の接合プレート、第2の接合プレート、及び複数のストリンガは、繊維強化ポリマーから作られる。この段落の上述の主題は、本開示の実施例9を特徴付けており、実施例9は、上記の実施例7又は8のうちの何れか一方による主題も含む。

【 0 0 1 4 】

航空機は、航空機の胴体を形成するために、端から端への方式で互いに連結された複数の胴体バレルを含む。胴体バレルの主たるセクションから第1のセクションを除去することは、隣接する胴体バレルから胴体バレルの第1のセクションを連結解除することを含む。新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、新しいセクション50

を隣接する胴体バレルに連結することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 10 を特徴付けており、実施例 10 は、上記の実施例 1 ~ 9 のうちの何れか 1 つによる主題も含む。

【 0 0 1 5 】

新しいセクションは、第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線の胴体バレルにおける位置に応じて、胴体バレルの損傷の前に予め製造されている。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 11 を特徴付けており、実施例 11 は、上記の実施例 1 ~ 10 のうちの何れか 1 つによる主題も含む。

【 0 0 1 6 】

少なくとも第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線を確定することは、経路の一方の端から経路の反対側の他方の端への見通し線を有する胴体バレルの内面に沿った経路を検出すること、及び経路に沿って第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線のうちの一方を位置特定することを含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 12 を特徴付けており、実施例 12 は、上記の実施例 1 ~ 11 のうちの何れか 1 つによる主題も含む。

10

【 0 0 1 7 】

第 1 のセクションと新しいセクションの各々は、胴体バレルの少なくとも 4 分の 1 を形成する。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 13 を特徴付けており、実施例 13 は、上記の実施例 1 ~ 12 のうちの何れか 1 つによる主題も含む。

【 0 0 1 8 】

該方法は、胴体バレルの損傷の前に、胴体バレルの長手方向軸に平行な方向に胴体バレルに沿った少なくとも第 3 の仮想接合線を確定することを更に含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 14 を特徴付けており、実施例 14 は、上記の実施例 1 ~ 13 のうちの何れか 1 つによる主題も含む。

20

【 0 0 1 9 】

また、航空機の胴体バレルアセンブリが開示される。胴体バレルアセンブリは、ワンピースの構造を有する胴体バレルの主たるセクションを含む。胴体バレルアセンブリは、ワンピースの構造を有する胴体バレルの新しいセクションも含み、その新しいセクションは、主たるセクションと新しいセクションとの間の第 1 の突き合わせ継手に沿って、且つ、主たるセクションと新しいセクションとの間の第 2 の突き合わせ継手に沿って、主たるセクションに接合される。胴体バレルアセンブリは、第 1 の突き合わせ継手にまたがって胴体バレルの主たるセクションと新しいセクションとに固定された第 1 の接合プレート、及び、第 2 の突き合わせ継手にまたがって胴体バレルの主たるセクションと新しいセクションとに固定された第 2 の接合プレートを更に含む。胴体バレルアセンブリは、更に、第 1 の接合プレートに連結された第 1 の交換シヤタイ、第 2 の接合プレートに連結された第 2 の交換シヤタイ、及び第 1 の交換シヤタイと第 2 の交換シヤタイの両方に連結されたフレーム要素を含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 15 を特徴付ける。

30

【 0 0 2 0 】

主たるセクションは、第 1 の突き合わせ継手と平行に延在する第 1 のストリングガ、及び第 2 の突き合わせ継手と平行に延在する第 2 のストリングガを含む。新しいセクションは、第 1 の突き合わせ継手と平行に延在する第 3 のストリングガ、及び第 2 の突き合わせ継手と平行に延在する第 4 のストリングガを含む。胴体バレルは、第 1 の接合プレートと第 1 の突き合わせ継手との間に、且つ、第 1 のストリングガと第 3 のストリングガとの間に、第 1 の充填材を更に含み、第 2 の接合プレートと第 2 の突き合わせ継手との間に、且つ、第 2 のストリングガと第 4 のストリングガとの間に、第 2 の充填材を更に含む。この段落の上述の主題は、本開示の実施例 16 を特徴付けており、実施例 16 は、上記の実施例 15 による主題も含む。

40

【 0 0 2 1 】

主たるセクションは、第 1 の突き合わせ継手と平行に延在する第 1 のストリングガ、及び第 2 の突き合わせ継手と平行に延在する第 2 のストリングガを含む。新しいセクションは、第 1 の突き合わせ継手と平行に延在する第 3 のストリングガ、及び第 2 の突き合わせ継手と平

50

行に延在する第4のストリンガを含む。第1の接合プレートは、第1のストリンガ、第3のストリンガ、及び第1の充填材の上に支持され且つそれらに固定される。第2の接合プレートは、第2のストリンガ、第4のストリンガ、及び第2の充填材の上に支持され且つそれらに固定される。この段落の上述の主題は、本開示の実施例17を特徴付けており、実施例17は、上記の実施例16による主題も含む。

【0022】

第1の突き合わせ継手と第2の突き合わせ継手は、互いから円周方向に間隔を空けられている。第1の突き合わせ継手と第2の突き合わせ継手は、胴体バレルの長手方向軸と平行に延在する。第1の突き合わせ継手と第2の突き合わせ継手は、胴体バレルの第1の端から胴体バレルの第2の端へ延在する。この段落の上述の主題は、本開示の実施例18を特徴付けており、実施例18は上記の実施例15～17の何れか1つによる記載も含む。10

【0023】

主たるセクション、新しいセクション、第1の接合プレート、及び第2の接合プレートは、纖維強化ポリマーから作られている。この段落の上述の主題は、本開示の実施例19を特徴付けており、実施例19は上記の実施例15～18のうちの何れか1つによる主題も含む。

【0024】

航空機が開示される。航空機は、互いに相互連結された複数の胴体バレルアセンブリを含む。胴体バレルアセンブリのうちの少なくとも1つは、ワンピースの構造を有する胴体バレルの主たるセクションを含む。胴体バレルアセンブリのうちの少なくとも1つは、ワンピースの構造を有する胴体バレルの新しいセクションも含み、その新しいセクションは、主たるセクションと新しいセクションとの間の第1の突き合わせ継手に沿って、且つ、主たるセクションと新しいセクションとの間の第2の突き合わせ継手に沿って、主たるセクションに接合される。胴体バレルアセンブリのうちの少なくとも1つは、更に、第1の突き合わせ継手にまたがって胴体バレルの主たるセクションと新しいセクションとに固定された第1の接合プレート、及び、第2の突き合わせ継手にまたがって胴体バレルの主たるセクションと新しいセクションとに固定された第2接合プレートを含む。胴体バレルアセンブリのうちの少なくとも1つは、第1の接合プレートに連結された第1の交換シヤタイ、第2の接合プレートに連結された第2の交換シヤタイ、及び第1の交換シヤタイと第2の交換シヤタイの両方に連結されたフレーム要素を更に含む。複数の胴体バレルアセンブリが、端から端への構成において、胴体バレルアセンブリのそれぞれの胴体バレルの隣接する端に相互連結されている。この段落の上述の主題は、本開示の実施例20を特徴付ける。20

【0025】

記載されている本開示の主題の特徴、構造、利点、及び／又は特性は、任意の適切な方式で、1以上の実施形態及び／又は実装態様に組み合わされてもよい。本開示の主題にかかる実施形態の深い理解を促すために、後述の記載において、数々の具体的な詳細が提供される。本開示の主題が、特定の実施形態又は実装態様の具体的な特徴、詳細、構成要素、材料、及び／又は方法のうちの1以上がなくても実施され得ることを、当業者は認識するであろう。他の事例では、特定の実施形態及び／又は実装態様において、全ての実施形態又は実装態様には存在しなくてよい追加の特徴及び利点が認められる場合がある。更に、ある事例では、本開示の主題の態様を不明瞭にしないよう、周知の構造、材料、又は工程が、詳細に記載又は図示されていない。本開示の主題の特徴及び利点は、後述の記載及び添付の特許請求の範囲によってさらに明らかとなる、或いは、本主題を下記に記載されるように実施することによって理解されるであろう。30

【0026】

本主題の利点がより容易に理解され得るように、上記で概説した本主題のより具体的な記載が、添付図面に示す特定の実施形態を参照して提供される。これら図面は本主題の典型的な実施形態のみを示し、従ってその範囲を限定すると見なすべきではなく、本主題は、図面を使用して更なる具体性及び詳細を用いて説明されることを理解されたい。40

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本開示の1以上の実施形態による、複数の胴体バレルアセンブリを有する航空機の斜視図である。

【図2】本開示の1以上の実施形態による、仮想接合線を有する胴体バレルアセンブリの斜視図である。

【図3】本開示の1以上の実施形態による、胴体バレルの主たるセクションから除去された胴体バレルの第1のセクションの斜視図である。

【図4】本開示の1以上の実施形態による、胴体バレルの主たるセクションに連結される胴体バレルの新しいセクションの斜視図である。

【図5】本開示の1以上の実施形態による、胴体バレルの主たるセクションに連結された胴体バレルの新しいセクションの斜視図である。

【図6】本開示の1以上の実施形態による、ファスナなしで示されている、胴体バレルの主たるセクションに連結された胴体バレルの新しいセクションの斜視図である。

【図7】本開示の1以上の実施形態による、ファスナなしで示されている、胴体バレルの主たるセクションに連結された胴体バレルの新しいセクションの斜視図である。

【図8】本開示の1以上の実施形態による、交換シヤタイとフレーム要素なしで示されている、胴体バレルの主たるセクションに連結された胴体バレルの新しいセクションの側面図である。

【図9】本開示の1以上の実施形態による、交換シヤタイとフレーム要素を伴って示されている、胴体バレルの主たるセクションに連結された胴体バレルの新しいセクションの側面図である。

【図10】本開示の1以上の実施形態による、航空機の胴体バレルに対する損傷を修理する方法である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本明細書全体で言及される「一実施形態」、「ある実施形態」、又は同様の文言は、実施形態に関連して記載された特定の特徴、構造、又は特性が、本開示の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。本明細書を通じて記載されている「一実施形態では」、「ある実施形態では」、又は同様の文言は、全て同一の実施形態を意味してもよいが、必ずしもそうでなくともよい。同様に、「実装態様」という語の使用は、本開示の1つ以上の実施形態に関連して記載される特定の特徴、構造、又は特性を有する1つの実装態様を意味するが、別段の相互関係が明示されない限り、実装態様は1以上の実施形態に関連付けられ得る。

【0029】

図1を参照すると、航空機100の一実施形態が示されている。航空機100は、可動複合構造体である。ある実施態様では、航空機100が、輸送体（例えば、船舶、ロケット、自動車など）などの様々な他の可動複合構造体、又は、静止複合構造体（例えば、工場、建物、機械など）のうちの何れかであり得る。航空機100は、胴体105、胴体105に連結され胴体105から延在する一対の翼160、胴体105に連結され胴体105から延在する垂直安定板162、及び胴体105若しくは垂直安定板162に連結され胴体105若しくは垂直安定板162から延在する一対の水平安定板164を含む。航空機100は、民間旅客機又は軍用輸送機を表す特徴を含む。しかしながら、航空機100は、私有航空機、戦闘機、ヘリコプター、宇宙船などの、様々な他の種類の民間又は非民間航空機のうちの何れかであってよい。

【0030】

航空機100の胴体105は、胴体105を形成するために互いに相互連結された、複数の胴体バレルアセンブリ101を含む。図2で示されているように、各胴体バレルアセンブリ101は、胴体バレル102を含む。胴体バレル102は、中空で細長い管状の構造を有する。例えば、胴体バレル102は、長手方向軸106に沿って長さ方向へ延在する

10

20

30

40

50

。長手方向軸 106 は、胴体バレル 102 の第 1 の端から胴体バレル 102 の第 2 の端 114 まで、胴体バレル 102 の中心軸を画定する。長手方向軸 106 に垂直な平面に沿った胴体バレル 102 の断面形状は、概して、丸い又は環状のリングである。

【0031】

胴体バレル 102 は、ワンピースのモノリシックな構造として形成されている。言い換えると、胴体バレル 102 は、継目がなく、分離して形成され且つその後に共に組み立て又は接合される構成要素を含まない。むしろ、全体の胴体バレル 102 は、同じ製造プロセス中にワンピースとして形成される。ある実施態様では、胴体バレル 102 が、繊維強化ポリマー（例えば、炭素繊維強化ポリマー）から作られる。例えば、胴体バレル 102 は、硬化されていない樹脂又はエポキシと共に回転される連続的な長さの繊維から、胴体バレル 102 の形状へと形成され、硬化され得る。胴体バレル 102 が硬化された後で、窓開口部 166 及び出入り口 168 などの特徴が、硬化された胴体バレル 102 の対応部分を切断し除去することによって、胴体バレル 102 の中へ形成され得る。

【0032】

航空機 100 の胴体 105 は、端から端への方式で複数の胴体バレルアセンブリ 101 を相互連結することによって形成される。更に、胴体バレルアセンブリ 101 は、隣接する胴体バレル 102 のそれぞれの第 1 の端 112 と第 2 の端 114 を相互連結することによって、互いに取り外し可能に相互連結される。概して、隣接する胴体バレル 102 の第 1 の端 112 と第 2 の端 114 は、共に、胴体 105 の製造接合部（例えば、継目）を形成し、それによって、胴体 105 は複数の製造接合部を含む。隣接する胴体バレル 102 の第 1 の端 112 と第 2 の端 114 は、接合要素で補強された重ね継ぎ又は突き合わせ継手などの、様々な連結技術のうちの何れかを使用して、取り外し可能に相互連結され得る。ある実施態様では、隣接する胴体バレル 102 の第 1 の端 112 と第 2 の端 114 が、隔壁（bulkhead）又は同様な相互連結要素を使用して、取り外し可能に相互連結され得る。第 1 の端 112 と第 2 の端 114 は、第 1 の端 112 と第 2 の端 114 を共に相互連結するように締め付け可能であり且つ第 1 の端 112 と第 2 の端 114 を互いから連結解除するように解放可能であるファスナを使用して取り外し可能に相互連結され得る。

【0033】

未だ図 2 を参照すると、各胴体バレルアセンブリ 101 は、胴体バレル 102 の内面 122 の周りで互いから円周方向に間隔を空けられた、複数のストリング 116 を含む。更に、複数のストリング 116 は、胴体バレル 102 の長手方向軸 106 と平行な方向に胴体バレル 102 の内面 122 に沿って延在する。ストリング 116 は、第 1 の端 112 から第 2 の端 114 へ、胴体バレル 102 の全体長さだけ延在し得る。ストリング 116 は、胴体バレル 102 の内面 122 に連結され、胴体バレル 102 の構造的な堅牢さを高める。図 9 で示されるように、各ストリング 116 は、ハット部分 180（例えば、隆起部分）と、ハット部分 180 の両側から延在するフランジ 182 とを含む。フランジ 182 は、胴体バレル 102 の内面 122 と直接的に連結されている。ある実施態様では、ストリング 116 が、繊維強化ポリマーから作られ、胴体バレル 102 の内面 122 にフランジ 182 を連結するように、胴体バレル 102 と共に硬化される。

【0034】

各胴体バレルアセンブリ 101 は、胴体バレル 102 の内面 122 と取り外し可能に連結された、第 1 のシヤタイ 134 と第 2 のシヤタイ 136 などの複数のシヤタイを更に含む。図 9 を参照すると、各シヤタイは、直立部分 184 と、直立部分 184 に対して垂直に延在するフランジ 186 とを含む。各シヤタイのフランジ 186 は、胴体バレル 102 の内面 122 と実質的に平行であり、各シヤタイの直立部分 184 は、胴体バレル 102 の内面 122 に垂直である。一実施態様では、各シヤタイが、それぞれの組のストリング 116 の間で、フランジ 186 を通って且つ少なくとも部分的に胴体バレル 102 の中へ延在する 1 以上のファスナ 176 を介して、胴体バレル 102 の内面 122 と取り外し可能に連結されている。図 9 で示されているように、シヤタイは、それぞれの組のストリング 116 のうちのストリングからストリングへ延在するように構成され得る。そのような実

10

20

30

40

50

施設様では、各シヤタイが、一組のストリンガ 116 のフランジ 182 の上に載置され、1 以上 ファスナ 176 は、シヤタイのフランジ 186 と一組のストリンガ 116 のフランジ 182 を通って、且つ、少なくとも部分的に胴体バレル 102 の中へ延在し、胴体バレル 102 の内面 122 と取り外し可能にシヤタイを連結し得る。端部 170 によって画定された接合線の各側で、2 つの列のファスナ 176 が示されているが、2 つよりも多い又は少ない列のファスナ 176 (例えば、3 つの列のファスナ 176) が、接合線の各側で使用されてもよい。

【 0035 】

更に、各胴体バレル 102 は、ファスナ 176 を介するなどして、胴体バレル 102 の円周に沿って円周方向に位置合わせされたシヤタイの直立部分 184 と各々が取外し可能に連結された、複数のフレーム要素 132 を含む。シヤタイと取外し可能に連結されたときに、フレーム要素 132 は、胴体バレル 102 の膨張を妨げることによって、胴体バレル 102 の構造的な堅牢さを高める。各フレーム要素 132 は、胴体バレル 102 の内面 122 の湾曲を補う湾曲を有する少なくとも部分的に環状のプレートである。ある実施態様では、フレーム要素 132 のうちの少なくとも 1 つが、胴体バレル 102 の内面 122 の円周の少なくとも 4 分の 1 に沿って延在する。特定の実施態様では、複数のフレーム要素 132 が、円周方向に位置合わせされて、胴体バレル 102 の内面 122 の円周の全体又は大部分に沿って効果的且つ協働的に延在し得る。一実施態様によれば、フレーム要素 132 のうちの少なくとも 1 つが、胴体バレル 102 の内面 122 の円周の全体に沿って延在する。フレーム要素 132 は、複数のタブ 139 、及びタブ 139 の間の切欠き 141 を含む。タブ 139 は、フレーム要素 132 をシヤタイに連結するファスナ 176 を受け入れる。対照的に、切欠き 141 は、ストリンガ 116 のハット部分 180 がその中へ延在し得るところの空間を画定する。このやり方では、フレーム要素 132 は、シヤタイを介して、間接的に胴体バレル 102 に連結されている。

10

20

30

【 0036 】

胴体バレルアセンブリ 101 の各々が組み立てられ共に連結されて、航空機 100 の胴体 105 を形成した後で、更なる組み立て、試験、及び / 又は製造プロセスが実行され、航空機 100 を運航のために準備し得る。航空機 100 の運航の前に、胴体バレル 102 の長手方向軸 106 に平行な方向に胴体バレル 102 に沿った仮想接合線が確定される。図 2 を参照すると、4 つの仮想接合線 (例えば、第 1 の仮想接合線 104A 、第 2 の仮想接合線 104B 、第 3 の仮想接合線 104C 、及び第 4 の仮想接合線 104D) の表示が示されている。4 つの仮想接合線が示されているが、5 つ以上の仮想接合線が、航空機 100 の運航に先立って確定されてもよい。本明細書で規定されるように、仮想接合線は、予め規定された接合線、又は潜在的な未来の修理のための準備として仮想空間内で成形された接合線と考えることができる。

【 0037 】

胴体バレル 102 上の仮想接合線の円周位置及び数は、航空機 100 が設計される際に、航空機 100 の組み立ての前に、航空機 100 の組み立て中に、又は航空機 100 が組み立てられた後で確定され得る。仮想接合線の数及び円周位置の確定は、様々な要因に応じ得る。

40

【 0038 】

仮想接合線の位置及び数は、胴体バレル 102 の他の特徴又は胴体バレル 102 に連結された物体からの妨害なしに胴体バレル 102 から切断できる容易さに基づき得る。例えば、一実施態様では、仮想接合線のうちの少なくとも 1 つが、経路の一方の端 (例えば、胴体バレル 102 の第 1 の端 112) から、経路の反対側の他方の端 (例えば、胴体バレル 102 の第 2 の端 114) への見通し線を有する、胴体バレル 102 の内面 122 に沿った経路に沿って位置特定される。別の一実施例では、仮想接合線のうちの少なくとも 1 つが、最も少ない胴体バレル 102 の特徴又は胴体バレル 102 に連結された物体を通過する、胴体バレル 102 の内面に沿った経路に沿って位置特定される。一実施態様によれば、仮想接合線のうちの少なくとも 1 つは、複数のストリンガ 116 のうちの一組のストリ

50

ンガ（例えば、ストリンガ 118 の組、及び、ストリンガ 119 の組）と平行に、且つ、それらの間で延在する。各仮想接合線のうちの少なくとも一部分が、長手方向軸 106 と平行に延在するが、ある実施態様では、物体を避けるために又は航空機 100 に対する損傷 107 の範囲が最小化されるように、少なくとも 1 つの仮想接合線の一部分が、長手方向軸 106 に対して斜めに又は垂直に（例えば、円周方向に）延在し得る。

【0039】

ある実施態様では、仮想接合線の位置及び数が、航空機 100 の胴体バレル 102 の損傷に先立って予め製造された又は利用可能な新しいセクション 110 の所望のサイズ及び／又は数に基づき得る。本明細書で規定されるように、新しいセクション 110 は、胴体バレル 102 を製造するための工程と等価であるように適正な工程を使用して、又は別の（例えば、予備の）胴体バレル 102 から新しいセクション 110 を切除することによって予め製造され得る。例えば、新しいセクション 110 が、胴体バレル 102 の 4 分の 1 だけを含む場合、胴体バレル 102 を 4 つの等しいサイズのセクションへ分割するために、互いから等しい距離だけ間隔を空けられた 4 つの仮想接合線が存在し得る。図 2 で示されているように、胴体バレル 102 は、胴体バレル 102 を 4 つのセクション（例えば、第 1 のセクション 108A、第 2 のセクション 108B、第 3 のセクション 108C、及び第 4 のセクション 108D）へ分割する、4 つの仮想接合線（例えば、第 1 の仮想接合線 104A、第 2 の仮想接合線 104B、第 3 の仮想接合線 104C、及び第 4 の仮想接合線 104D）を含む。

10

【0040】

特定の実施態様では、仮想接合線の位置及び数が、計算装置 (computing apparatus) によって自動的に確定される。計算装置は、仮想接合線を確定するために、上述の又は他のアプローチのうちの所望のものなどの、様々なユーザ指定の入力のうちの何れかのみならず、胴体バレルアセンブリ 101 の設計された構成に関する入力を受信することができる。その後、入力に基づいて、計算装置は、運航中に胴体バレル 102 が損傷 107 を受ける前に、又は胴体バレル 102 及び胴体バレルアセンブリ 101 の組み立ての前／間に、仮想接合線の位置及び数を確定する。計算装置は、当該技術分野において既知の様々な計算装置のうちの何れかであり得る。

20

【0041】

仮想接合線が確定された後で、航空機 100 は所望の通りに運航され得る。運航中に胴体バレルアセンブリ 101 の胴体バレル 102 へ損傷 107 が生じたとすれば、損傷 107 が生じたところの胴体バレル 102 のセクションは、損傷 107 が検出された後で確定される。ある実施態様では、損傷 107 の全体が生じたところの胴体バレル 102 のセクションが確定される。ある実施態様では、損傷 107 が、仮想接合線を横断して胴体バレル 102 の 2 つのセクションに延在するならば、他の所定の代替的な接合線を使用して、損傷 107 の全体が生じたところの胴体バレル 102 の代替的なセクションを確定し得る。

30

【0042】

損傷 107 を有する胴体バレル 102 のセクションが確定された後で、胴体バレル 102 は、胴体バレル 102 のセクションを画定する仮想接合線に沿って切断されて、胴体バレル 102 の主たる又は残っているセクションから、胴体バレル 102 のセクションを物理的に分離する。例えば、図 3 で示されるように、損傷 107 の全体を含む第 1 のセクション 108A は、第 1 の仮想接合線 104A と第 2 の仮想接合線 104B に沿って切断することによって、胴体バレル 102 の主たるセクション 103 から分離される。また、ある実施形態では、主たるセクション 103 が隣接する胴体バレルアセンブリ 101 と連結されたままの状態で、第 1 のセクション 108A が、隣接する胴体バレルアセンブリ 101 から連結解除され得る。概して、たとえ損傷 107 が第 1 のセクション 108A の小さい割合の部分だけを占めるとしても、全体の第 1 のセクション 108A が除去される。本明細書で規定されるように、胴体バレル 102 の主たるセクション 103 は、損傷 107 を有する胴体バレル 102 のセクションが除去された後で残っている、胴体バレル 102 のセクションである。

40

50

【 0 0 4 3 】

損傷 107 を有する胴体バレル 102 のセクションが、胴体バレルの主たるセクションから除去される前に、及び、胴体バレル 102 が接合線に沿って切断される前又は後で、損傷 107 を有するセクションを除去するために、胴体バレルアセンブリ 101 は、少なくとも部分的に解体される。例えば、再び図 3 を参照すると、第 1 と第 2 の仮想接合線 104A と 104B にまたがるフレーム要素 132 及びそれぞれのシヤタイ 134 と 136 は、第 1 のセクション 108A が主たるセクション 103 から除去される前に、胴体バレル 102 から除去される。フレーム要素 132 及びシヤタイ 134 と 136 の除去は、シヤタイ 134、136 と胴体バレル 102 とを共に連結しているファスナ 176、及び、ある実施態様では、フレーム要素 132 とシヤタイ 134、136 とを共に連結しているファスナ 176 を緩め且つ除去することによって達成され得る。しかし、ある実施態様では、シヤタイ 134 と 136 は、フレーム要素 132 と一体的に形成され（例えば、共硬化され）てあり、それによって、フレーム要素 132 からのシヤタイ 134 と 136 の除去は、フレーム要素 132 からシヤタイ 134 と 136 を、トリミング、シェアリング（shearing）、又は切断することを含む。また、シヤタイ 134 と 136 が、胴体バレル 102 と取り外し不可能に連結されている（例えば、胴体バレル 102 の内面 122 と面一で接着又は接合されている）場合などの、ある実施態様では、胴体バレル 102 からのシヤタイ 134 と 136 の除去は、胴体バレル 102 からシヤタイ 134 と 136 を、トリミング、シェアリング、又は切断することを含み得る。図 3 では、胴体バレルアセンブリ 101 の他の特徴を示すことにおける簡明さのために、複数のフレーム要素 132 のうちの 1 つだけ、及び、シヤタイ 134 と 136 のうちの一部だけが、胴体バレル 102 から除去されるように示されていることに留意されたい。

【 0 0 4 4 】

図 4 で示されるように、胴体バレル 102 の第 1 のセクション 108A が、胴体バレル 102 の主たるセクション 103 から除去された後で、新しいセクション 110 が、第 1 のセクション 108A の代わりに主たるセクション 103 に接合され、修理された胴体バレルアセンブリ 101A を生み出す。新しいセクション 110 は、第 1 のセクション 108A と同じように構成されている。例えば、新しいセクション 110 は、第 1 のセクション 108A と同じサイズ及び形状を有する。更に、新しいセクション 110 は、第 1 のセクション 108A と同じ材料から作られている。ある実施態様では、その材料が、纖維強化ポリマーである。更に、特定の実施態様において、新しいセクション 110 は、損傷 107 が第 1 のセクション 108A に生じる前に作られている。言い換えると、新しいセクション 110 は、第 1 と第 2 の仮想接合線 104A と 104B が確定された後で、しかし、任意の損傷が第 1 のセクション 108A に生じる前に、第 1 のセクション 108A と一致するように作られている。しかし、他の実施態様では、新しいセクション 110 が、第 1 と第 2 の仮想接合線 104A と 104B が確定された後で、損傷 107 が第 1 のセクション 108A に生じた後で、第 1 のセクション 108A と一致するように作られる。

【 0 0 4 5 】

新しいセクション 110 は、新しいセクション 110 と主たるセクション 103 との間で、第 1 の仮想接合線 104A に沿った第 1 の突き合わせ継手 124、及び第 2 の仮想接合線 104B に沿った第 2 の突き合わせ継手 125 を構築することによって、主たるセクション 103 に接合される。ある実施態様では、第 1 の突き合わせ継手 124 と第 2 の突き合わせ継手 125 の一部又は全部が、長手方向軸 106 と平行に延在する。図 8 及び図 9 で示されているように、第 1 の突き合わせ継手 124 と第 2 の突き合わせ継手 125 のうちの何れか一方が、新しいセクション 110 を主たるセクション 103 に配置することによって形成される。それによって、胴体バレル 102 の第 1 と第 2 の端 112 と 114 の間で、新しいセクション 110 と主たるセクション 103 の端部 170 が、互いに実質的に隣接し又は直接的に隣接する。言い換えると、新しいセクション 110 と主たるセクション 103 のどの部分も、第 1 の突き合わせ継手 124 と第 2 の突き合わせ継手 125 において、互いに重ならない。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

図4～図7を参照すると、第1の突き合わせ継手124と第2の突き合わせ継手125は、それぞれ、第1の突き合わせ継手124と第2の突き合わせ継手125に重なるそれとの第1と第2の接合プレート126と127を伴って、新しいセクション110と主たるセクション103を共に連結することによって補強される。再び図8及び図9を参考すると、第1と第2の接合プレート126と127の一部分は、新しいセクション110に固定され、第1と第2の接合プレート126と127の別の一部分は、主たるセクション103に固定されている。したがって、新しいセクション110と主たるセクション103に固定されたときに、第1の接合プレート126は、第1の突き合わせ継手124を横断してまたがり、新しいセクション110と主たるセクション103に固定されたときに、第2の接合プレート127は、第2の突き合わせ継手125を横断してまたがる。ある実施態様では、第1と第2の接合プレート126と127は、それぞれ、第1と第2のストリンガ150と152、及び、第3と第4のストリンガ154と156の間に配置された、主たるセクション103と新しいセクション110の内面122と128に対して平坦に載置される。それによって、第1と第2の接合プレート126と127は、内面122と128に接触し、直接的に連結される。しかし、図8と図9で示されているような代替的な実施態様では、第1と第2の接合プレート126と127が、それぞれ、第1と第2のストリンガ150と152及び第3と第4のストリンガ154と156のフランジ182に対して平坦に載置される。それによって、接合プレートと、主たるセクション103及び新しいセクション110の内面122及び128との間で間隙が存在する。間隙は、第1と第2の充填材146、148のうちのそれぞれのものなどの、充填材で満たされ得る。第1と第2の充填材146、148の各々は、例えば、繊維強化ポリマー、ポリマー、金属などの、様々な材料のうちの何れかから作られ得る。代替的には、特定の実施態様において、各シヤタイが、充填材なしに、胴体バレル102の内面122と128の上に直接的に載置され得る。

【 0 0 4 7 】

第1と第2の接合プレート126と127は、第1と第2のシヤタイ134と136を胴体バレル102に固定するために使用されたものと同じファスナ176又は同様なファスナなどの、ファスナを使用して、主たるセクション103と新しいセクション110に固定され得る。ファスナ176は、第1と第2の接合プレート126と127を通って、ストリンガのフランジ182及び/又はある実施態様では充填材を通って、主たるセクション103と新しいセクション110のうちの一方の中へ延在する。第1と第2の突き合わせ継手124と125にまたがって主たるセクション103と新しいセクション110に固定されたときに、それぞれの第1と第2の接合プレート126と127は、第1と第2の突き合わせ継手124と125を横断して圧力荷重が伝達されることを容易にし、円周すなわちフープ方向において胴体バレル102内の荷重連続性を促進する助けとなる。

【 0 0 4 8 】

第1と第2の接合プレート126と127は、各々、厚さよりも大きい幅を有し、幅よりも大きい長さを有する。更に、第1と第2の接合プレート126と127は、胴体バレル102の主たるセクション103及び新しいセクション110と同じ材料から作られている。例えば、第1と第2の接合プレート126と127は、繊維強化ポリマーから作られ得る。第1と第2の接合プレート126と127の繊維強化ポリマーの母体(matrix)は、第1と第2の接合プレートを主たるセクション103と新しいセクション110に固定する前に硬化される。

【 0 0 4 9 】

ある実施態様では、第1と第2の接合プレート126と127の各々は、(例えば、胴体バレル102の第1の端112における)それぞれの第1と第2の突き合わせ継手124と125から、(例えば、胴体バレル102の第2の端114における)それぞれの第1と第2の突き合わせ継手124と125まで延在する、連続的なワンピースの分割されていないプレートである。しかし、図5で示されているように、第1と第2の接合プレート

10

20

30

40

50

126と127の各々は、それぞれ、複数の相互連結された第1と第2の接合プレートセグメント142と144へ分割され得る。概して、第1の接合プレートセグメント142は、第1の突き合わせ継手124に沿って長手方向に端から端への方式で第1の突き合わせ継手124と重なり、第2の接合プレートセグメント144は、第2の突き合わせ継手125に沿って長手方向に端から端への方式で第2の突き合わせ継手125と重なる第1と第2の接合プレート126と127を複数の第1と第2の接合プレートセグメント142と144へ分割することは、1つの接合プレートセグメントに対する損傷が、他の接合プレートセグメントの性能、したがって、接合プレート全体としての性能に影響を与えないことを保証することによって、第1と第2の接合プレート126と127の損傷に対する許容性を高める。前後すなわち長手方向において胴体バレル102内の荷重連続性を促進するために、接合プレートを形成する隣接する接合プレートセグメントの少なくとも部分に固定され且つまたがる1以上の連結器130が設けられている。言い換えると、連結器130は、所与の接合プレートの接合プレートセグメントを共に効果的に接合する。連結器130は、プレート、プラケット、シャタイなどの様々な連結器のうちの何れかであり得る。更に、連結器130は、ファスナ、ボンディング(bonding)などの様々な技術のうちの何れかを介して、接合プレートセグメントに固定され得る。

【0050】

図9を参照すると、新しいセクション110を主たるセクション103に接合することは、第1と第2の交換シャタイ138と140などの、交換シャタイをそれぞれ第1と第2の接合プレート126と127に固定することも含む。交換シャタイ138と140は、各交換シャタイ138と140のフランジ186を通って延在するファスナ176などのファスナによって、第1と第2の接合プレート126と127に固定され得る。第1と第2のシャタイ134と136のように、交換シャタイ138と140は、フランジ186及びフランジ186から横に延在する直立部分184を含む。しかし、交換シャタイ138と140は、第1と第2の接合プレート126と127に固定され、シャタイ134と136は、ストリンガ又は胴体バレル102の内面に固定されているので、交換シャタイ138と140は、シャタイ134と136よりも半径方向内向きに配置されている。したがって、フレーム要素132の半径方向位置が変化しないままであることを保証するために、交換シャタイ138と140は、シャタイ134と136とは異なるように構成されている。より具体的には、ある実施態様において、各交換シャタイ138と140の直立部分184内の、フレーム要素132を固定するためにファスナ176を受け入れるための、開孔は、シャタイ134と136よりもフランジ186の近くに配置される。更に、特定の実施態様によれば、交換シャタイ138と140の直立部分184のサイズは、シャタイ134と136の直立部分184とは異なり(例えば、より短くなり)得る。シャタイ134と136(例えば、製造シャタイ)及び交換シャタイ138と140は、胴体バレル102のものと同じ又は類似の纖維強化ポリマーから作られ得る。

【0051】

それぞれ、交換シャタイ138と140が第1と第2の接合プレート126と127に固定された状態で、フレーム要素132は、交換シャタイ138と140の各々の直立部分184に固定され得る。更に、各フレーム要素132は、胴体バレル102の主たるセクション103に固定された元々のシャタイ134と136に再度取り付けられ、交換シャタイ138と円周方向に位置合わせされる。更に、示されていないが、新しいセクション110が、主たるセクション103との第1と第2の突き合わせ継手124と125を形成する前又は後の何れかに、シャタイ134と136は、新しいセクション110に固定される。各フレーム要素132は、胴体バレル102の新しいセクション110に固定されたシャタイ134と136に取り付けられ、交換シャタイ138と円周方向に位置合わせされる。ある実施態様では、フレーム要素132が、1以上のファスナ176を介して直立部分184に固定される。ある実施態様では、交換シャタイ138と140が、第1と第2の接合プレート126と127に固定される前に、フレーム要素132が、交換シャタイ138と140に固定される。

【0052】

図6と図7で示されているように、修理された胴体アセンブリ101Aの新しいセクション110は、1以上の元々の又は製造胴体アセンブリ101（例えば、そこから第1のセクション108Aが、損傷を受けた胴体アセンブリの胴体バレル102に対して修理を実行するために連結解除されたところの、同じ1以上の胴体アセンブリ101）に再度固定される。概して、ある実施態様では、フープストラップ190が使用されて、隣接する胴体バレルアセンブリ101の胴体バレル102の端（例えば、端112）を共に接合する。フープストラップ190は、長手方向軸106に垂直な円周方向において、隣接する胴体バレルアセンブリの内部の周りで延在する。更に、フープストラップ190は、円周方向に垂直な軸方向すなわち長手方向において、隣接する胴体バレルの隣接する端の間の接合部にわたって広がる。フープストラップ190は、ファスナ176などの様々な固定要素のうちの何れかを使用して、隣接する胴体バレルに固定され得る。ある実施態様では、フープストラップ190が、隣接する胴体バレルの隣接する端の間の接合部に沿って、端から端への構成において配置された複数のフープストラップセグメントを含む。

【0053】

隣接する胴体バレルの隣接する端の間の接合部は、隣接する端及びフープストラップ190にわたり長手方向に広がる少なくとも1つの長手方向部材194を更に含み得る。ある実施態様において、長手方向部材194は、長手方向部材194が実質的にL形状又はV形状の断面を有するように、互いに角度を伴って延在する2つの長手方向部分を含み得る。長手方向部材194は、ファスナ176などの様々な固定要素のうちの何れかを使用して、互いに隣接する胴体バレルの各々のストリンガ116のそれぞれのもののフランジに対して、且つ、フープストラップ190に対して取り付けられ得る。必要であるならば、（図示せぬ）足場（footing）が、各長手方向部材194とストリンガ116のフランジとの間に配置され、長手方向部材194とストリンガ116のフランジとの間の適正な間隔を確保する。ある実施態様では、示されているように、2つの長手方向部材194が、互いから間隔を空けられたやり方で配置され、ストリンガ116の各組の間で固定されている。一組のストリンガ116の間の長手方向部材194は、円周方向に間隔を空けられているので、そのような長手方向部材194は、それらの間で胴体バレル102内の長手方向の製造後接合線又は切り込み（例えば、端部170）が存在しないところの、一組のストリンガ116を伴って使用される。

【0054】

修理された胴体アセンブリ101Aを有するなどの、それらの間で胴体バレル102内の長手方向の製造後接合線又は切り込みが存在するところの、一組のストリンガ116に対して、接合部は、間隔を空けられた長手方向部材194の間のフープストラップ190にわたる更なるフィッティング(fitting)又は接合プレートを含む。長手方向部材194の間の更なるフィッティングは、フープストラップ190にわたり、ファスナ176などを用いて、接合部の上にかけられた円周方向の荷重を分散させる助けとなる、フープストラップ190に取り付けられる。ある実施態様では、2つの長手方向部材194、及び長手方向部材194の間の更なるフィッティングが、Hフィッティング192などの単一のフィッティングへ統合され得る。Hフィッティング192は、2つの長手方向部材194に類似する2つの長手方向に直線的な部分196を含む。2つの長手方向に直線的な部分196は、横部分198すなわち横材によって円周方向に連結されている。それらの横材は、接合部及びフープストラップ190にわたり、2つの長手方向に直線的な部分196の間の円周方向の荷重を分散させる助けとなる。したがって、平面図では、Hフィッティング192が、実質的にH形状を有する。2つの長手方向に直線的な部分196は、ファスナ176などを用いて、Hフィッティング192の一側部の接合プレート126と127のうちの一方に取り付けられ、Hフィッティング192の反対側の隣接する製造胴体アセンブリのストリンガ116のフランジ（又は足場）に取り付けられている。Hフィッティング192の横部分198は、ファスナ176などを用いて、フープストラップ190に取り付けられ得る。ある実施態様では、接合プレートの追加された厚さのために、長手方

向部材 194 又は H フィッティング 192 の直線的な部分 196 と、修理された胴体アセンブリ 101A のストリンガのフランジとの間の足場が必要とされない。長手方向部材 194 又は H フィッティング 192 の直線的な部分 196 は、そのフランジに対して取り付けられる。

【 0055 】

図 10 を参照すると、航空機の胴体バレルに対する損傷を修理する方法 200 が示されている。特定の実施態様では、胴体バレルが、ワンピースの構造を有し、纖維強化ポリマーから作られ得る。更に、方法 200 に関する特徴及び要素は、上述の航空機 100 と胴体バレルアセンブリ 101 の特徴及び要素と同じであるか又は類似している。

【 0056 】

方法 200 は、ステップ 202 で、胴体バレルの損傷の前に、胴体バレルの長手方向軸に平行な方向に胴体バレルに沿った少なくとも第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線を確定することを含む。ある実施態様では、第 1 の仮想接合線及び / 又は第 2 の仮想接合線を確定することが、1 以上の経路の一方の端からその経路の反対側の他方の端への見通し線を有する、胴体バレルの内面に沿った 1 以上の経路を検出することを含む。第 1 の仮想接合線及び / 又は第 2 の仮想接合線は、経路のうちの 1 つに沿って位置特定される。方法 200 は、胴体バレル 102 の損傷の前に、胴体バレル 102 の長手方向軸 106 に平行な方向に胴体バレル 102 に沿った少なくとも第 3 の仮想接合線を確定することも含み得る。

【 0057 】

更に、方法 200 は、ステップ 204 で、第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線との間の胴体バレルの第 1 のセクション内の損傷を検出することを含む。概して、胴体バレルに対する損傷は、視認検査によるなどして手動で、又はセンサ及び電子システムによるなどして自動的に検出され得る。

【 0058 】

方法 200 は、ステップ 206 で、第 1 の仮想接合線と第 2 の仮想接合線に沿って胴体バレルを切断し、胴体バレルの主たるセクションから第 1 のセクションを物理的に分離することも含む。胴体バレルを切断することは、機械的な（例えば、刃による）切断、光学的な又はレーザー切断、プラズマ切断などの、当該技術分野で既知の様々な切断技術のうちの何れかを使用して実行され得る。概して、胴体バレルを切断することは、シヤタイ及びフレーム要素などの、胴体バレルに取り付けられた下層の基礎構造を切断することを含まない。ある実施形態では、シヤタイ及びフレーム要素が、胴体バレルを切断するに先立って除去される。

【 0059 】

また、方法 200 は、ステップ 208 で、胴体バレルの主たるセクションから第 1 のセクションを除去することを含む。主たるセクションから第 1 のセクションを除去することは、第 1 の仮想接合線にまたがって胴体バレルに連結された第 1 のシヤタイから、且つ、第 2 の仮想接合線にまたがって胴体バレルに連結された第 2 のシヤタイから、フレーム要素を連結解除することを含み得る。更に、主たるセクションから第 1 のセクションを除去することは、胴体バレルから第 1 のシヤタイを連結解除すること、及び、胴体バレルから第 2 のシヤタイを連結解除することを含み得る。本明細書で規定されるように、連結解除することは、トリミング、シェアリング、解放、締結解除、又は他の除去手段を含み得る。航空機が複数の胴体バレルを含む場合、胴体バレルの主たるセクションから第 1 のセクションを除去することは、製造接合部に沿って、隣接する胴体バレルから胴体バレルの第 1 のセクションを連結解除することを含む。

【 0060 】

方法 200 は、更に、ステップ 210 で、第 1 のセクションの代わりに新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することを含む。新しいセクションを胴体バレルの主たるセクションに接合することは、第 1 の仮想接合線に沿って第 1 の突き合わせ継手を形成すること、及び、第 2 の仮想接合線に沿って第 2 の突き合わせ継手を形成することを含み得る。接合することは、第 1 の突き合わせ継手を第 1 の接合プレートに重ねること

10

20

30

40

50

、第2の突き合わせ継手を第2の接合プレートに重ねること、及び第1の接合プレートと第2の接合プレートを、胴体バレルの主たるセクションと新しいセクションとに固定することを含み得る。接合することは、第1の接合プレートに第1の交換シヤタイを連結すること、第2の接合プレートに第2の交換シヤタイを連結すること、及び第1の交換シヤタイ及び第2の交換シヤタイにフレーム要素を連結することも含み得る。更に、接合することは、第1の接合プレートの隣接する第1の接合プレートセグメントを少なくとも1つの連結器を用いて相互連結すること、及び、第2の接合プレートの隣接する第2の接合プレートセグメントを少なくとも1つの連結器を用いて相互連結することを含み得る。接合することは、第1の接合プレートと第1の突き合わせ継手との間で、且つ、第1のストリングガと新しいセクションの第3のストリングガとの間で、第1の充填材を配置すること、及び、第2の接合プレートと第2の突き合わせ継手との間で、且つ、第2のストリングガと新しいセクションの第4のストリングガとの間で、第2の充填材を配置することを含む。

【0061】

以上の説明では、「上」、「下」、「上部」、「下部」、「水平」、「垂直」、「左」、「右」、「～の上」、「～の下」などの特定の用語が使用され得る。これらの用語は、必要に応じ、相関関係を取り扱う際に説明に何らかの明確性をもたらすために用いられている。しかしながら、これらの用語には絶対的な関係、位置、及び／又は向きを含意させる意図はない。例えば、ある対象物に関して、単純にこの対象物の上下を逆にすることで「上方の」表面が「下方の」表面となり得る。それでもなお、これは同じ対象物である。更に、「含む」、「備える」、「有する」などの用語及びこれらの変形は、別途明示的な記載がない限り、「～を含むがそれらに限定されない」ことを意味する。列挙されたアイテムは、別途明示的な記載がない限り、それらアイテムのうちの任意のもの又はすべてが互いを排除する及び／又は互いを含むものであることを含意しない。「1つの(a)」、「1つの(an)」、及び「その(the)」などの用語は、別途明示的な記載がない限り、「1つ又は複数の」という意味を表す。更に、「複数」という用語は、「少なくとも2つ」と定義され得る。

【0062】

更に、本明細書において、1つの要素が他の要素に「連結される」とは、直接的な連結及び間接的な連結を含み得る。直接的結合は、1つの要素が他の要素と結合しており、また他の要素と何らかの接触があることと定義され得る。間接的連結とは、互いに直接接触しておらず、連結された要素間に1つ又は複数の追加の要素を有する、2つの要素間の連結と定義され得る。更に、1つの要素を他の要素に固定することとは、本明細書で使用される場合、直接的な固定及び間接的な固定を含み得る。更に、「隣接」とは、本明細書で使用される場合、必ずしも接触を意味しない。例えば、1つの要素が他の要素に接触することなく隣接し得る。

【0063】

本明細書で使用されるように、列挙されたアイテムと共に使用される「～のうちの少なくとも1つ」という表現は、列挙されたアイテムのうちの一又は複数の種々の組み合わせが使用可能であり、かつ、列挙されたアイテムのうち1つだけあればよいということを意味する。アイテムとは、特定の物体、物品、又はカテゴリであり得る。すなわち、「～のうち少なくとも1つ」とは、列挙された中から任意の組み合わせのアイテム又は幾つかのアイテムを使用してもよいが、列挙されたアイテムの全てが必要ではない場合があることを意味する。例えば、「アイテムA、アイテムB、及びアイテムCのうちの少なくとも1つ」とは、例えば、「アイテムA」、「アイテムAとアイテムB」、「アイテムB」、「アイテムAとアイテムBとアイテムC」、又は「アイテムBとアイテムC」を意味し得る。幾つかの場合には、「アイテムA、アイテムB、及びアイテムCのうちの少なくとも1つ」は、例えば、限定するものではないが、「2個のアイテムAと1個のアイテムBと10個のアイテムC」、「4個のアイテムBと7個のアイテムC」、又は他の好適な組み合わせを意味し得る。

【0064】

10

20

30

40

50

別途提示されない限り、「第1」、「第2」などの用語は、本明細書では単に符号として使用されており、これらの用語が表すアイテムに対して、順序的、位置的、又は序列的な要件を課すことを意図していない。更に、例えば、「第2」のアイテムが言及された場合、例えば、「第1」の若しくはより小さい数のアイテム、及び／又は、「第3」の若しくはより大きい数のアイテムが必要とされたり、除外されたりすることはない。

【0065】

本明細書に含まれる概略フローチャートは一般的に、論理フローチャートとして記載されている。従って、記載の順序及び名付けられたステップは、提示される方法の一実施形態を示す。示される方法の1つ以上のステップもしくはそれらの部分の機能、論理、または効果と均等である他のステップ及び方法が、想起され得る。更に、用いられている形式及びシンボルは、本方法の論理的ステップを説明するために提供されており、本方法の範囲を限定するものではないと理解される。フローチャートにおいて様々なタイプの矢印及び線が用いられ得るが、これらに対応する方法の範囲を限定するものではないことが理解される。実際、幾つかの矢印又はその他のコネクタは、本方法の論理的フローのみを示すために用いられ得る。例えば、矢印は、記載の方法の列挙されたステップの間の、不特定の長さの待機時間又はモニタリング時間を示し得る。さらに、具体的な方法が発生する順序は、図示されている対応するステップの順序に厳密に従うこともあるが、従わないこともある。

10

【0066】

更に、本開示は下記の条項による実施形態を含む。

20

条項1

航空機の胴体バレルに対する損傷を修理する方法であって、前記胴体バレルがワンピースの構造を有し、前記方法が、

前記胴体バレルの損傷の前に、前記胴体バレルの長手方向軸に平行な方向に前記胴体バレルに沿った少なくとも第1の仮想接合線と第2の仮想接合線を確定すること、

前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線との間の前記胴体バレルの第1のセクション内の損傷を検出すること、

前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線に沿って前記胴体バレルを切断し、前記胴体バレルの主たるセクションから前記第1のセクションを物理的に分離すること、

前記胴体バレルの前記主たるセクションから前記第1のセクションを除去すること、及び前記第1のセクションの代わりに新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することを含む、方法。

30

条項2

前記胴体バレルが、第1の端から第2の端へ前記長手方向軸に沿って長手方向に延在し、且つ

前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線が、両方とも、前記胴体バレルの前記第1の端から前記胴体バレルの前記第2の端へ延在する、条項1に記載の方法。

条項3

前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、前記新しいセクションと前記胴体バレルの前記主たるセクションとの間で、前記長手方向軸と平行に、前記第1の仮想接合線に沿って第1の突き合わせ継手を形成すること、及び、前記第2の仮想接合線に沿って第2の突き合わせ継手を形成することを含む、条項1に記載の方法。

40

条項4

前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、

前記第1の突き合わせ継手を第1の接合プレートに重ねること、

前記第2の突き合わせ継手を第2の接合プレートに重ねること、及び

前記第1の接合プレートと前記第2の接合プレートを、前記胴体バレルの前記主たるセクションの内面と前記新しいセクションの内面とに固定することを更に含む、条項3に記載の方法。

50

条項 5

前記胴体バレルの前記主たるセクションから前記第 1 のセクションを除去することが、前記第 1 の仮想接合線にまたがって前記胴体バレルに連結された第 1 のシヤタイから、且つ、前記第 2 の仮想接合線にまたがって前記胴体バレルに連結された第 2 のシヤタイから、前記胴体バレルの周りで円周方向に延在するフレーム要素を連結解除すること、前記胴体バレルから前記第 1 のシヤタイを連結解除すること、及び前記胴体バレルから前記第 2 のシヤタイを連結解除することを含み、並びに前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、前記第 1 の接合プレートに第 1 の交換シヤタイを連結することであって、前記第 1 の交換シヤタイが前記第 1 のシヤタイとは異なるように構成されている、連結すること、前記第 2 の接合プレートに第 2 の交換シヤタイを連結することであって、前記第 2 の交換シヤタイが前記第 2 のシヤタイとは異なるように構成されている、連結すること、及び前記第 1 の交換シヤタイと前記第 2 の交換シヤタイに前記フレーム要素を連結することを含む、条項 4 に記載の方法。

条項 6

前記第 1 の接合プレートが、前記第 1 の突き合わせ継手に沿って実質的に端から端まで配置された、複数の第 1 の接合プレートセグメントを含み、前記第 2 の接合プレートが、前記第 2 の突き合わせ継手に沿って実質的に端から端まで配置された、複数の第 2 の接合プレートセグメントを含み、前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、隣接する第 1 の接合プレートセグメントの少なくとも部分に固定され且つまたがる少なくとも 1 つの連結器を用いて、前記隣接する第 1 の接合プレートセグメントを相互連結することを更に含み、且つ前記新しいセクションを前記胴体バレルの主たるセクションに接合することが、隣接する第 2 の接合プレートセグメントの少なくとも部分に固定され且つまたがる少なくとも 1 つの連結器を用いて、前記隣接する第 2 の接合プレートセグメントを相互連結することを更に含む、条項 4 に記載の方法。

条項 7

互いから円周方向に間隔を空けられ且つ前記胴体バレルの前記長手方向軸と平行に前記胴体バレルに沿って延在する、複数のストリングガが、前記胴体バレルに連結され、前記複数のストリングガが、少なくとも第 1 のストリングガを含む第 1 の組のストリングガと第 3 のストリングガを含む第 2 の組のストリングガへグループ分けされ、前記第 1 の仮想接合線が、前記第 1 の組のストリングガの間で延在し、前記第 2 の仮想接合線が、前記第 2 の組のストリングガの間で延在している、条項 4 に記載の方法。

条項 8

前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、前記第 1 の接合プレートと前記第 1 の突き合わせ継手との間で、且つ、前記第 1 のストリングガと前記新しいセクションの第 2 のストリングガとの間で、第 1 の充填材を配置すること、及び

前記第 2 の接合プレートと前記第 2 の突き合わせ継手との間で、且つ、前記第 3 のストリングガと前記新しいセクションの第 4 のストリングガとの間で、第 2 の充填材を配置することを含む、条項 7 に記載の方法。

条項 9

前記胴体バレル、前記第 1 の接合プレート、前記第 2 の接合プレート、及び前記複数のストリングガが、繊維強化ポリマーから作られている、条項 7 に記載の方法。

条項 10

前記航空機が、前記航空機の胴体を形成するために、端から端への方式で互いに連結された複数の胴体バレルを備え、

前記胴体バレルの前記主たるセクションから前記第 1 のセクションを除去することが、隣

10

20

30

40

50

接する胴体バレルから前記胴体バレルの前記第1のセクションを連結解除することを含み、且つ

前記新しいセクションを前記胴体バレルの前記主たるセクションに接合することが、前記新しいセクションを隣接する胴体バレルに連結することを含む、条項1に記載の方法。

条項1 1

前記新しいセクションが、前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線の前記胴体バレルにおける位置に応じて、前記胴体バレルの損傷の前に予め製造されている、条項1に記載の方法。

条項1 2

少なくとも前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線を確定することが、

10

経路の一方の端から前記経路の反対側の他方の端への見通し線を有する前記胴体バレルの内面に沿った前記経路を検出すること、及び

前記経路に沿って前記第1の仮想接合線と前記第2の仮想接合線のうちの一方を位置特定することを含む、条項1に記載の方法。

条項1 3

前記第1のセクションと前記新しいセクションの各々が、前記胴体バレルの少なくとも4分の1を形成している、条項1に記載の方法。

条項1 4

前記胴体バレルの損傷の前に、前記胴体バレルの長手方向軸に平行な方向に前記胴体バレルに沿った少なくとも第3の仮想接合線を確定することを更に含む、条項1に記載の方法。

20

条項1 5

航空機の胴体バレルアセンブリであって、

ワンピースの構造を有する胴体バレルの主たるセクション、

ワンピースの構造を有する前記胴体バレルの新しいセクションであって、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第1の突き合わせ継手に沿って、且つ、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第2の突き合わせ継手に沿って、前記主たるセクションに接合された、新しいセクション、

前記第1の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第1の接合プレート、

前記第2の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第2の接合プレート、

30

前記第1の接合プレートに連結された第1の交換シヤタイ、

前記第2の接合プレートに連結された第2の交換シヤタイ、及び

前記第1の交換シヤタイと前記第2の交換シヤタイの両方に連結されたフレーム要素を備える、胴体バレルアセンブリ。

条項1 6

前記主たるセクションが、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第1のストリング、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第2のストリングを備え、

前記新しいセクションが、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第3のストリング、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第4のストリングを備え、

40

前記胴体バレルが、

前記第1の接合プレートと前記第1の突き合わせ継手との間に、且つ、前記第1のストリングと前記第3のストリングとの間に、第1の充填材を更に備え、

前記第2の接合プレートと前記第2の突き合わせ継手との間に、且つ、前記第2のストリングと前記第4のストリングとの間に、第2の充填材を更に備える、条項1 5に記載の胴体バレルアセンブリ。

条項1 7

前記主たるセクションが、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第1のストリング、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第2のストリングを備え、

前記新しいセクションが、前記第1の突き合わせ継手と平行に延在する第3のストリング

50

、及び前記第2の突き合わせ継手と平行に延在する第4のストリンガを備え、前記第1の接合プレートが、前記第1のストリンガ、前記第3のストリンガ、及び前記第1の充填材の上に支持され且つそれらに固定され、且つ

前記第2の接合プレートが、前記第2のストリンガ、前記第4のストリンガ、及び前記第2の充填材の上に支持され且つそれらに固定されている、条項16に記載の胴体バレルアセンブリ。

条項18

前記第1の突き合わせ継手と前記第2の突き合わせ継手が、互いから円周方向に間隔を空けられ、

前記第1の突き合わせ継手と前記第2の突き合わせ継手が、前記胴体バレルの長手方向軸と平行に延在し、且つ

10

前記第1の突き合わせ継手と前記第2の突き合わせ継手が、前記胴体バレルの第1の端から前記胴体バレルの第2の端へ延在している、条項15に記載の胴体バレルアセンブリ。

条項19

前記主たるセクション、前記新しいセクション、前記第1の接合プレート、及び前記第2の接合プレートが、纖維強化ポリマーから作られている、条項15に記載の胴体バレルアセンブリ。

条項20

航空機であって、

前記航空機が、互いに相互連結された複数の胴体バレルアセンブリを備え、前記胴体バレルアセンブリのうちの少なくとも1つが、

20

ワンピースの構造を有する胴体バレルの主たるセクション、

ワンピースの構造を有する前記胴体バレルの新しいセクションであって、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第1の突き合わせ継手に沿って、且つ、前記主たるセクションと前記新しいセクションとの間の第2の突き合わせ継手に沿って、前記主たるセクションに接合された、新しいセクション、

前記第1の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第1の接合プレート、

前記第2の突き合わせ継手にまたがって前記胴体バレルの前記主たるセクションと前記新しいセクションとに固定された第2の接合プレート、

30

前記第1の接合プレートに連結された第1の交換シヤタイ、

前記第2の接合プレートに連結された第2の交換シヤタイ、及び

前記第1の交換シヤタイと前記第2の交換シヤタイの両方に連結されたフレーム要素を備え、

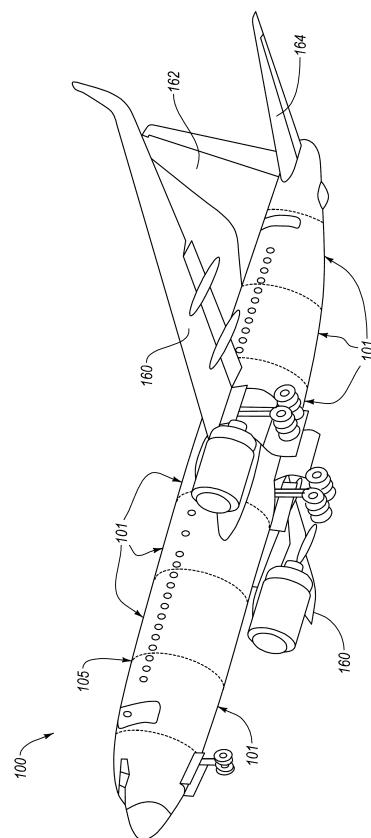
前記複数の胴体バレルアセンブリが、端から端への構成において、前記胴体バレルアセンブリのそれぞれの前記胴体バレルの隣接する端に相互連結されている、航空機。

【0067】

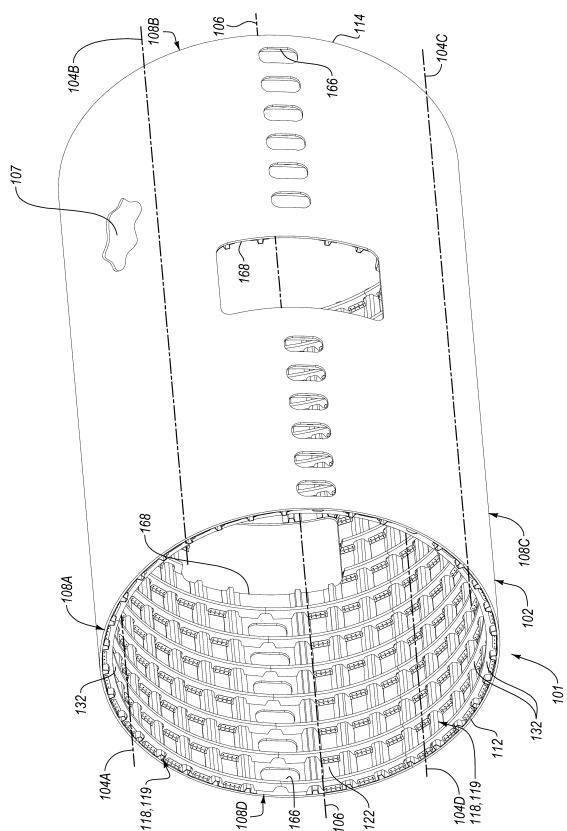
本主題は、その精神や本質的な特性から逸脱することなく、他の具体的な形態で実装され得る。記載された実施形態はあらゆる点で例示にすぎず、限定的ではないと解釈されるべきである。特許請求の範囲の目的及び均等範囲内に属する变形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

40

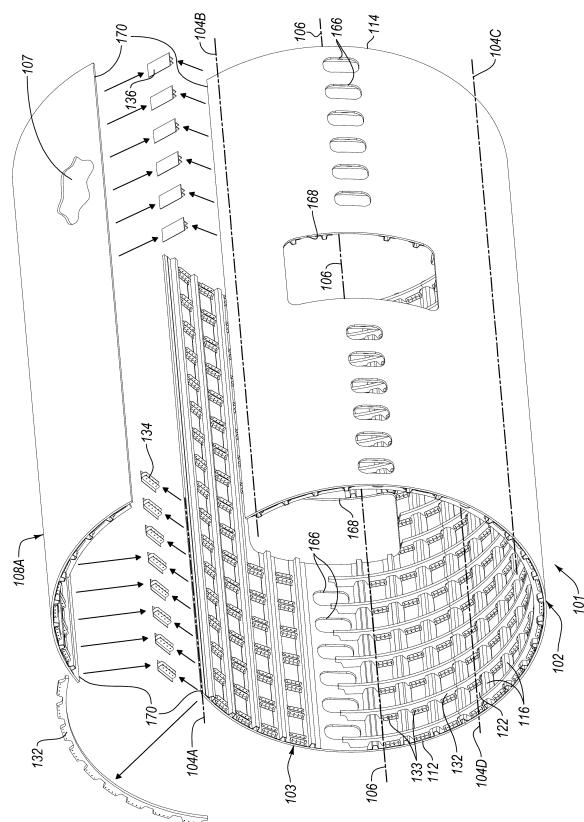
【図面】 【図 1】



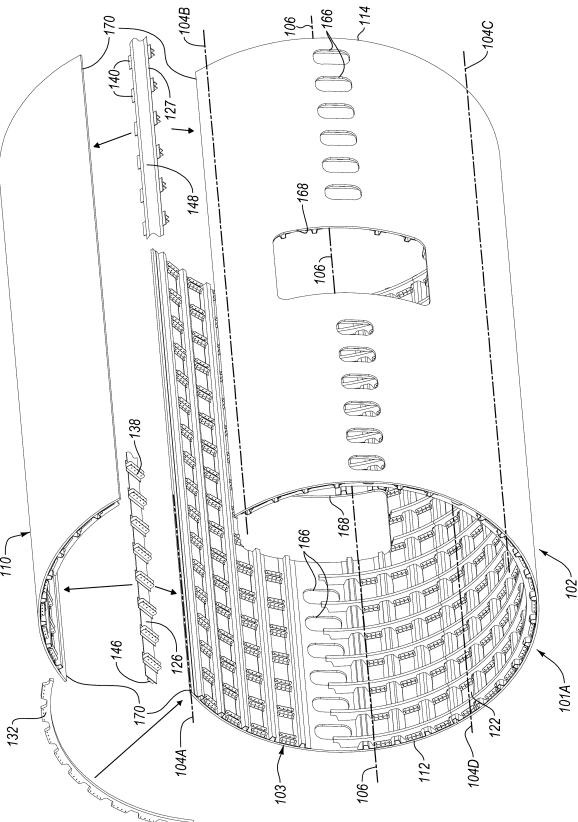
【图2】



(3)



(4)



10

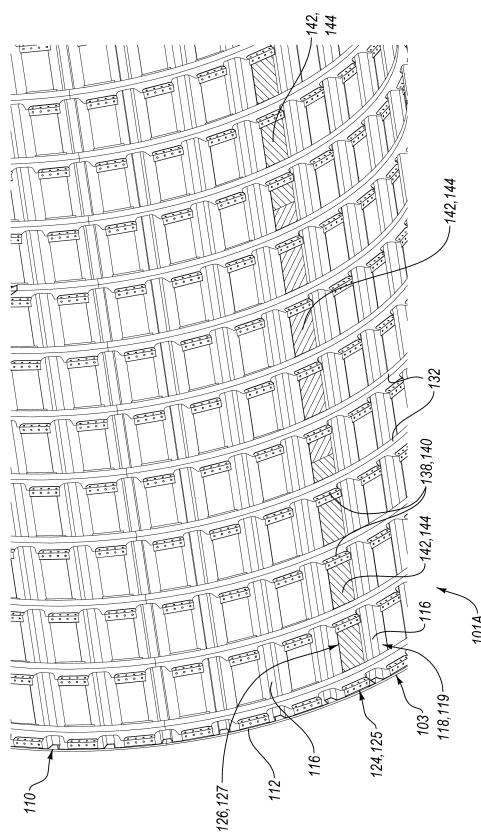
20

30

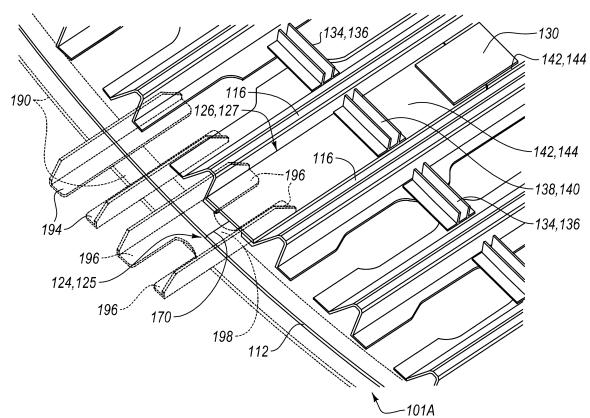
40

50

【図 5】



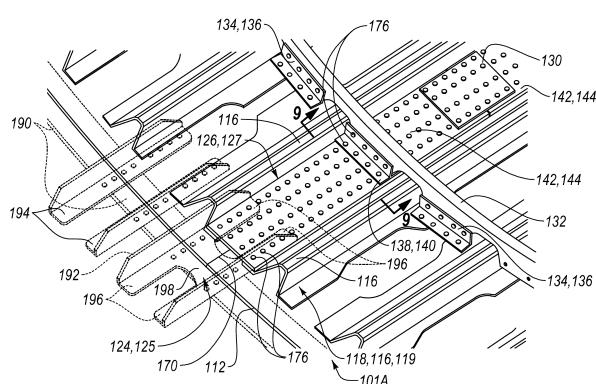
【図 6】



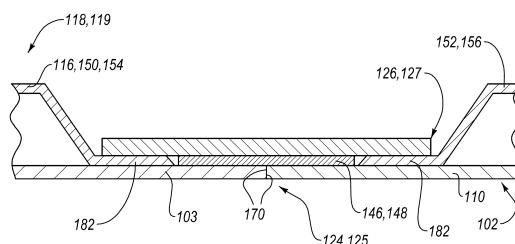
10

20

【図 7】



【図 8】

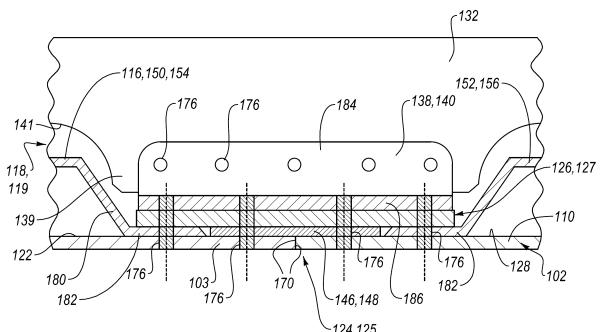


30

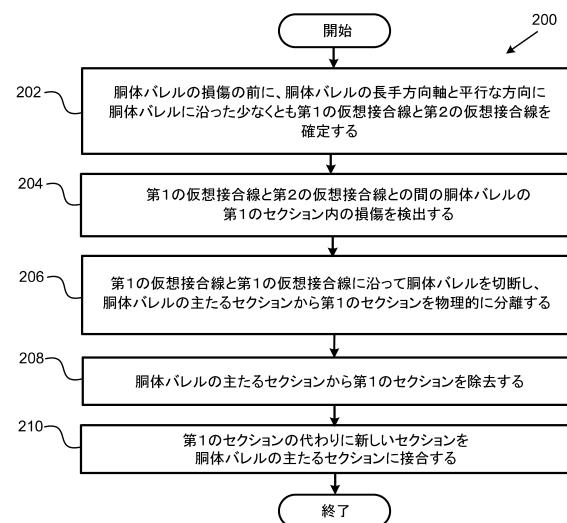
40

50

【図9】



【図10】



20

30

40

50

フロントページの続き

イド プラザ 100

(72)発明者 オークス , ゲイリー ディー .

アメリカ合衆国 イリノイ 60606 - 1596 , シカゴ , ノース リバーサイド プラザ 100

審査官 久慈 純平

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2009 / 0277994 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2013 / 0014367 (U S , A 1)

特表 2012 - 517920 (J P , A)

特表 2014 - 506854 (J P , A)

特開 2012 - 066818 (J P , A)

米国特許出願公開第 2015 / 0059142 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B名)

B 64 F 5 / 40

B 64 C 1 / 00