

(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

F I

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

B 6 4 C 1/12 (2006.01)

B 6 4 C 1/12

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)	(73)特許権者	500520743
(22)出願日	平成29年8月7日(2017.8.7)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65)公開番号	特開2018-70141(P2018-70141A)		The Boeing Company
(43)公開日	平成30年5月10日(2018.5.10)		アメリカ合衆国、6 0 6 0 6 - 2 0 1 6
審査請求日	令和2年8月7日(2020.8.7)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサ
(31)優先権主張番号	15/258,919		イド・ブラザ、1 0 0
(32)優先日	平成28年9月7日(2016.9.7)	(74)代理人	110002077
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		園田・小林特許業務法人
		(72)発明者	スタール、レメルト アンドリュウ
			アメリカ合衆国 イリノイ 6 0 6 0 6 -
			1 5 9 6 , シカゴ , ノース リバーサ
			イド ブラザ 1 0 0
		(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 6 0 6 0 6 -
			1 5 9 6 , 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 (1 0 4 A) と前記第 2 の接合線 (1 0 4 B) 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 (2 0 0)。

【請求項 3】

前記新しいセクション (1 1 0) を前記胴体バレル (1 0 2) の前記主たるセクション (1 0 3) に接合すること (2 1 0) 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 (1 0 6) と平行に、前記第 1 の接合線 (1 0 4 A) に沿って第 1 の突き合わせ継手 (1 2 4) を形成すること、及び、前記第 2 の接合線 (1 0 4 B) に沿って第 2 の突き合わせ継手 (1 2 5) を形成することを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法 (2 0 0)。

10

【請求項 4】

前記新しいセクション (1 1 0) が、前記第 1 の接合線 (1 0 4 A) と前記第 2 の接合線 (1 0 4 B) の前記胴体バレル (1 0 2) における位置に応じて、前記胴体バレルの損傷 (1 0 7) 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 (2 0 0)。

【請求項 5】

前記第 1 のセクション (1 0 8 A) と前記新しいセクション (1 1 0) の各々が、前記胴体バレル (1 0 2) 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 (2 0 0)。

【請求項 6】

20

航空機 (1 0 0) の胴体バレルアセンブリ (1 0 1) であって、
継目のない構造を有する胴体バレル (1 0 2) の主たるセクション (1 0 3) 、
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形成されていない新しいセクション (1 1 0) 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 (1 2 4) 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 (1 2 5) 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継目を形成する、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 (1 2 6) 、
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 (1 2 7) 、
前記第 1 の接合プレートに連結された第 1 の交換シャタイ (1 3 8) 、
前記第 2 の接合プレートに連結された第 2 の交換シャタイ (1 4 0) 、及び
前記第 1 の交換シャタイと前記第 2 の交換シャタイの両方に連結されたフレーム要素 (1 3 2) 、を備える、胴体バレルアセンブリ (1 0 1) 。

30

【請求項 7】

前記主たるセクション (1 0 3) が、前記第 1 の突き合わせ継手 (1 2 4) と平行に延在する第 1 のストリング (1 1 6) 、及び前記第 2 の突き合わせ継手 (1 2 5) と平行に延在する第 2 のストリングを備え、

40

前記新しいセクション (1 1 0) 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、
前記胴体バレル (1 0 2) が、

前記第 1 の接合プレート (1 2 6) 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 (1 2 7) 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、請求項 6 に記載の胴体バレルアセンブリ (1 0 1) 。

【請求項 8】

前記主たるセクション (1 0 3) が、前記第 1 の突き合わせ継手 (1 2 4) と平行に延在

50

する第 1 のストリング (1 1 6)、及び前記第 2 の突き合わせ継手 (1 2 5) 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 (1 1 0) 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、

前記第 1 のストリングが第 1 のフランジを備え、

前記第 2 のストリングが第 2 のフランジを備え、

前記第 3 のストリングが第 3 のフランジを備え、

前記第 4 のストリングが第 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 のストリングの前記第 1 のフランジ、及び前記第 3 のストリングの前記第 3 のフランジに取り付けられ、

10

前記第 2 の接合プレートが、前記第 2 のストリングの前記第 2 のフランジ、及び前記第 4 のストリングの前記第 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 のストリングの前記第 1 のフランジ及び前記第 3 のストリングの前記第 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 のストリングの前記第 2 のフランジ及び前記第 4 のストリングの前記第 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 (1 0 1)。

20

【請求項 9】

前記第 1 の突き合わせ継手 (1 2 4) と前記第 2 の突き合わせ継手 (1 2 5) 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 (1 0 2) の長手方向軸 (1 0 6) 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 (1 1 2) から前記胴体バレルの第 2 の端 (1 1 4) 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 (1 0 1)。

30

【請求項 10】

前記主たるセクション (1 0 3)、前記新しいセクション (1 1 0)、前記第 1 の接合プレート (1 2 6)、及び前記第 2 の接合プレート (1 2 7) が、繊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 (1 0 1)。

【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 (1 0 1)。

【発明の詳細な説明】

40

【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、繊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

50

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に、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を含む。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を含む。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 のシャタイ (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 のシャタイから、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 のシャタイを連結解除すること、及び、胴体バレルから第 2 のシャ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 の交換シャタイを連結することであって、第 1 の交換シャタイが第 1 のシャ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 の交換シャタイを連結することであって、第 2 の交換シャタイが第 2 のシャ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 の交換シャタイと第 2 の交換シャ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、複数のストリングが、胴体バレルに連結されている。複数のストリングは、少なくとも第 1 のストリングを含む第 1 の組のストリングと第 3 のストリングを含む第 2 の組のストリングがヘグループ分けされる。第 1 の仮想接合線は、第 1 の組のストリングの間に延在する。第 2 の仮想接合線は、第 2 の組のストリングの間に延在する。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 のストリングと新しいセクションの第 2 のストリングとの間で、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 のストリングと新しいセクションの第 4 のストリングとの間で、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グは、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。

【0015】

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。

【0016】

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。

【0017】

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。

【0018】

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。

【0019】

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。

【0020】

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、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、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 のストリングと第 3 のストリングとの間に、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 のストリングと第 4 のストリングとの間に、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。

【0021】

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、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、及び第 2 の突き合わせ継手と平

10

20

30

40

50

行に延在する第４のストリングを含む。第１の接合プレートは、第１のストリング、第３のストリング、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のストリング、第４のストリング、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、繊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の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

30

【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せられてもよい。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。

40

【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。

50

【図面の簡単な説明】**【 0 0 2 7 】**

【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。

10

【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。

20

【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】**【 0 0 2 8 】**

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徵、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徵、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。

30

【 0 0 2 9 】

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。

40

【 0 0 3 0 】

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

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。

10

【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。

20

【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 と共硬化される。

30

【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

40

50

施態様では、各シヤタイが、一組のストリング１１６のフランジ１８２の上に載置され、１以上のファスナ１７６は、シヤタイのフランジ１８６と一組のストリング１１６のフランジ１８２を通して、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、ストリング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。

【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。

【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、複数のストリング１１６のうちの一組のストリ

10

20

30

40

50

ンガ（例えば、ストリング１１８の組、及び、ストリング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。

【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。

【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。

【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、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。

【 0 0 4 3 】

損傷 1 0 7 を有する胴体バレル 1 0 2 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 1 0 2 が接合線に沿って切断される前又は後で、損傷 1 0 7 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 1 0 1 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 1 0 4 A と 1 0 4 B にまたがるフレーム要素 1 3 2 及びそれぞれのシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 は、第 1 のセクション 1 0 8 A が主たるセクション 1 0 3 から除去される前に、胴体バレル 1 0 2 から除去される。フレーム要素 1 3 2 及びシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 の除去は、シヤタイ 1 3 4、1 3 6 と胴体バレル 1 0 2 とを共に連結しているファスナ 1 7 6、及び、ある実施態様では、フレーム要素 1 3 2 とシヤタイ 1 3 4、1 3 6 とを共に連結しているファスナ 1 7 6 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 1 3 4 と 1 3 6 は、フレーム要素 1 3 2 と一体的に形成され（例えば、共硬化され）ており、それによって、フレーム要素 1 3 2 からのシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 の除去は、フレーム要素 1 3 2 からシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 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 1 3 4 と 1 3 6 が、胴体バレル 1 0 2 と取り外し不可能に連結されている（例えば、胴体バレル 1 0 2 の内面 1 2 2 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 1 0 2 からのシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 の除去は、胴体バレル 1 0 2 からシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 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 1 0 1 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 1 3 2 のうちの 1 つだけ、及び、シヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 のうちの一部だけが、胴体バレル 1 0 2 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 1 0 2 の第 1 のセクション 1 0 8 A が、胴体バレル 1 0 2 の主たるセクション 1 0 3 から除去された後で、新しいセクション 1 1 0 が、第 1 のセクション 1 0 8 A の代わりに主たるセクション 1 0 3 に接合され、修理された胴体バレルアセンブリ 1 0 1 A を生み出す。新しいセクション 1 1 0 は、第 1 のセクション 1 0 8 A と同じように構成されている。例えば、新しいセクション 1 1 0 は、第 1 のセクション 1 0 8 A と同じサイズ及び形状を有する。更に、新しいセクション 1 1 0 は、第 1 のセクション 1 0 8 A 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、繊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 1 1 0 は、損傷 1 0 7 が第 1 のセクション 1 0 8 A 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 1 1 0 は、第 1 と第 2 の仮想接合線 1 0 4 A と 1 0 4 B 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 1 0 8 A に生じる前に、第 1 のセクション 1 0 8 A 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 1 1 0 が、第 1 と第 2 の仮想接合線 1 0 4 A と 1 0 4 B が確定された後で、損傷 1 0 7 が第 1 のセクション 1 0 8 A に生じた後で、第 1 のセクション 1 0 8 A と一致するように作られる。

【 0 0 4 5 】

新しいセクション 1 1 0 は、新しいセクション 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 との間で、第 1 の仮想接合線 1 0 4 A に沿った第 1 の突き合わせ継手 1 2 4、及び第 2 の仮想接合線 1 0 4 B に沿った第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 を構築することによって、主たるセクション 1 0 3 に接合される。ある実施態様では、第 1 の突き合わせ継手 1 2 4 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 の一部又は全部が、長手方向軸 1 0 6 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 1 2 4 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 のうちの何れか一方が、新しいセクション 1 1 0 を主たるセクション 1 0 3 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 1 0 2 の第 1 と第 2 の端 1 1 2 と 1 1 4 の間で、新しいセクション 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 の端部 1 7 0 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 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 のどの部分も、第 1 の突き合わせ継手 1 2 4 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 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 1 2 4 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 は、それぞれ、第 1 の突き合わせ継手 1 2 4 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 に重なるそれぞれの第 1 と第 2 の接合プレート 1 2 6 と 1 2 7 を伴って、新しいセクション 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 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 を参照すると、第 1 と第 2 の接合プレート 1 2 6 と 1 2 7 の一部分は、新しいセクション 1 1 0 に固定され、第 1 と第 2 の接合プレート 1 2 6 と 1 2 7 の別の一部分は、主たるセクション 1 0 3 に固定されている。したがって、新しいセクション 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 に固定されたときに、第 1 の接合プレート 1 2 6 は、第 1 の突き合わせ継手 1 2 4 を横断してまたがり、新しいセクション 1 1 0 と主たるセクション 1 0 3 に固定されたときに、第 2 の接合プレート 1 2 7 は、第 2 の突き合わせ継手 1 2 5 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 1 2 6 と 1 2 7 は、それぞれ、第 1 と第 2 のストリング 1 5 0 と 1 5 2、及び、第 3 と第 4 のストリング 1 5 4 と 1 5 6 の間に配置された、主たるセクション 1 0 3 と新しいセクション 1 1 0 の内面 1 2 2 と 1 2 8 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 1 2 6 と 1 2 7 は、内面 1 2 2 と 1 2 8 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 1 2 6 と 1 2 7 が、それぞれ、第 1 と第 2 のストリング 1 5 0 と 1 5 2 及び第 3 と第 4 のストリング 1 5 4 と 1 5 6 のフランジ 1 8 2 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 1 0 3 及び新しいセクション 1 1 0 の内面 1 2 2 及び 1 2 8 との間で間隙が存在する。間隙は、第 1 と第 2 の充填材 1 4 6、1 4 8 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 1 4 6、1 4 8 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 1 0 2 の内面 1 2 2 と 1 2 8 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 1 2 6 と 1 2 7 は、第 1 と第 2 のシヤタイ 1 3 4 と 1 3 6 を胴体バレル 1 0 2 に固定するために使用されたものと同じファスナ 1 7 6 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 1 0 3 と新しいセクション 1 1 0 に固定され得る。ファスナ 1 7 6 は、第 1 と第 2 の接合プレート 1 2 6 と 1 2 7 を通って、ストリングのフランジ 1 8 2 及び / 又はある実施態様では充填材を通して、主たるセクション 1 0 3 と新しいセクション 1 1 0 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 1 2 4 と 1 2 5 にまたがって主たるセクション 1 0 3 と新しいセクション 1 1 0 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 1 2 6 と 1 2 7 は、第 1 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 4 と 1 2 5 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 1 0 2 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 1 2 6 と 1 2 7 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 1 2 6 と 1 2 7 は、胴体バレル 1 0 2 の主たるセクション 1 0 3 及び新しいセクション 1 1 0 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 1 2 6 と 1 2 7 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 1 2 6 と 1 2 7 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 1 0 3 と新しいセクション 1 1 0 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 1 2 6 と 1 2 7 の各々は、(例えば、胴体バレル 1 0 2 の第 1 の端 1 1 2 における) それぞれの第 1 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 4 と 1 2 5 から、(例えば、胴体バレル 1 0 2 の第 2 の端 1 1 4 における) それぞれの第 1 と第 2 の突き合わせ継手 1 2 4 と 1 2 5 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

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、ブラケット、シヤ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。

10

【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の交換シヤタイ138と140などの、交換シヤタイをそれぞれ第1と第2の接合プレート126と127に固定することも含む。交換シヤタイ138と140は、各交換シヤタイ138と140のフランジ186を通し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のシヤタイ134と136のように、交換シヤタイ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、交換シヤタイ138と140は、第1と第2の接合プレート126と127に固定され、シヤタイ134と136は、ストリング又は胴体バレル102の内面に固定されているので、交換シヤタイ138と140は、シヤタイ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、交換シヤタイ138と140は、シヤタイ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、各交換シヤタイ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、シヤタイ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、交換シヤタイ138と140の直立部分184のサイズは、シヤタイ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。シヤタイ134と136(例えば、製造シヤタイ)及び交換シヤタイ138と140は、胴体バレル102のものと同じ又は類似の繊維強化ポリマーから作られ得る。

20

30

【0051】

それぞれ、交換シヤタイ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、交換シヤタイ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ヤタイ134と136に再度取り付けられ、交換シヤタイ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、シヤタイ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に固定されたシヤタイ134と136に取り付けられ、交換シヤタイ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、交換シヤタイ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、交換シヤタイ138と140に固定される。

40

50

【 0 0 5 2 】

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 1 0 1 A の新しいセクション 1 1 0 は、1 以上の元々の又は製造胴体アセンブリ 1 0 1 (例えば、そこから第 1 のセクション 1 0 8 A が、損傷を受けた胴体アセンブリの胴体バレル 1 0 2 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 1 0 1) 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 1 9 0 が使用されて、隣接する胴体バレルアセンブリ 1 0 1 の胴体バレル 1 0 2 の端 (例えば、端 1 1 2) を共に接合する。フープストラップ 1 9 0 は、長手方向軸 1 0 6 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 1 9 0 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 1 9 0 は、ファスナ 1 7 6 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 1 9 0 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。

10

【 0 0 5 3 】

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 1 9 0 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 1 9 4 を更に含み得る。ある実施態様において、長手方向部材 1 9 4 は、長手方向部材 1 9 4 が実質的に L 形状又は V 形状の断面を有するように、互いに対して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 1 9 4 は、ファスナ 1 7 6 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グ 1 1 6 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 1 9 0 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 1 9 4 とストリング 1 1 6 のフランジとの間に配置され、長手方向部材 1 9 4 とストリング 1 1 6 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 1 9 4 が、互いから間隔を空けられたやり方で配置され、ストリング 1 1 6 の各組の間に固定されている。一組のストリング 1 1 6 の間の長手方向部材 1 9 4 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 1 9 4 は、それらの間で胴体バレル 1 0 2 内の長手方向の製造後接合線又は切り込み (例えば、端部 1 7 0) が存在しないところの、一組のストリング 1 1 6 を伴って使用される。

20

30

【 0 0 5 4 】

修理された胴体アセンブリ 1 0 1 A を有するなどの、それらの間で胴体バレル 1 0 2 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、一組のストリング 1 1 6 に対して、接合部は、間隔を空けられた長手方向部材 1 9 4 の間のフープストラップ 1 9 0 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 1 9 4 の間の更なるフィッティングは、フープストラップ 1 9 0 にわたり、ファスナ 1 7 6 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 1 9 0 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 1 9 4 、及び長手方向部材 1 9 4 の間の更なるフィッティングが、H フィッティング 1 9 2 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 1 9 2 は、2 つの長手方向部材 1 9 4 に類似する 2 つの長手方向に直線的な部分 1 9 6 を含む。2 つの長手方向に直線的な部分 1 9 6 は、横部分 1 9 8 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 1 9 0 にわたり、2 つの長手方向に直線的な部分 1 9 6 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 1 9 2 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 1 9 6 は、ファスナ 1 7 6 などを用いて、H フィッティング 1 9 2 の一側部の接合プレート 1 2 6 と 1 2 7 のうちの一方に取り付けられ、H フィッティング 1 9 2 の反対側の隣接する製造胴体アセンブリのストリング 1 1 6 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 1 9 2 の横部分 1 9 8 は、ファスナ 1 7 6 などを用いて、フープストラップ 1 9 0 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

40

50

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 のストリング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、繊維強化ポリマーから作られ得る。更に、方法 200 に関連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を含む。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、胴体パ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のストリングと新しいセクションの第3のストリングとの間で、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のストリングと新しいセクションの第4のストリングとの間で、第2の充填材を配置することを含む。

10

【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化形は、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」という意味も表す。更に、「複数」という用語は、「少なくとも2つ」と定義され得る。

20

【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。

30

【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1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、「～のうちの少なくとも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。

40

【0064】

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。

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

更に、本開示は下記の条項による実施形態を含む。

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。

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。

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。

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。

10

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。

20

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、複数のストリングが、前記胴体バレルに連結され、前記複数のストリングが、少なくとも第 1 のストリングを含む第 1 の組のストリングと第 3 のストリングを含む第 2 の組のストリング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 の組のストリングの間で延在している、条項 4 に記載の方法。

30

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 のストリングと前記新しいセクションの第 2 のストリングとの間で、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 のストリングと前記新しいセクションの第 4 のストリングとの間で、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。

40

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

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、
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。

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、

前記第 1 の接合プレートに連結された第 1 の交換シャタイ、

前記第 2 の接合プレートに連結された第 2 の交換シャタイ、及び

前記第 1 の交換シャタイと前記第 2 の交換シャ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、

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

10

20

30

40

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 のストリングを備え、
前記第 1 の接合プレートが、前記第 1 のストリング、前記第 3 のストリング、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 のストリング、前記第 4 のストリング、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

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、繊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、

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、

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変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

10

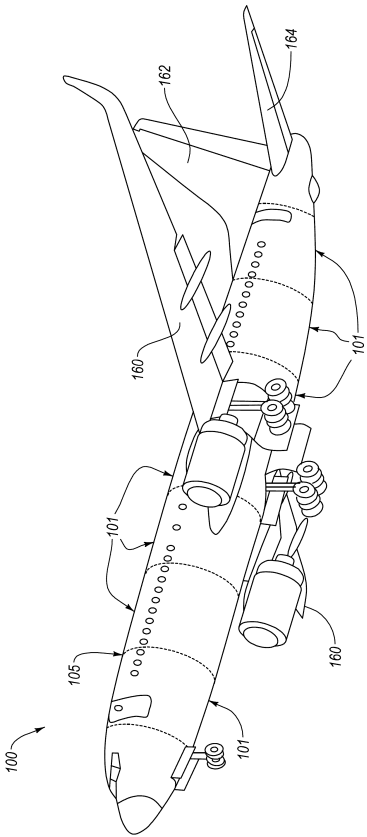
20

30

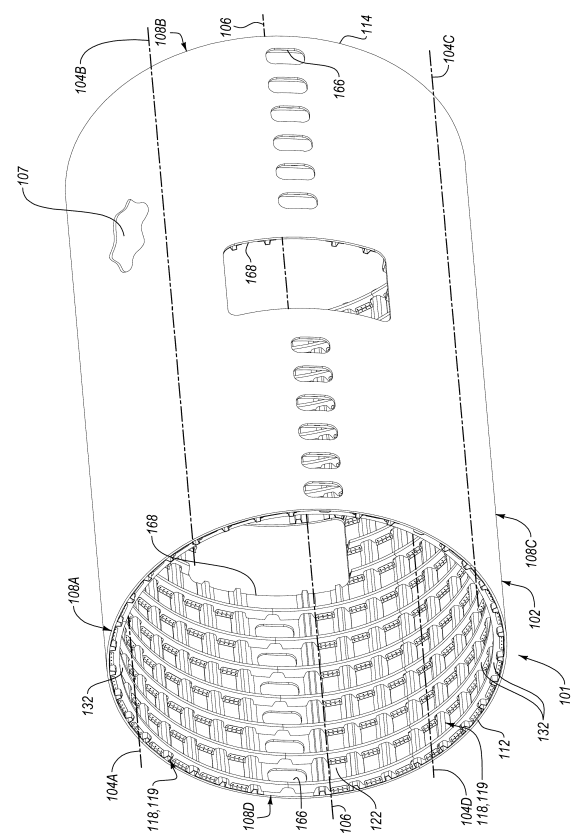
40

【図面】

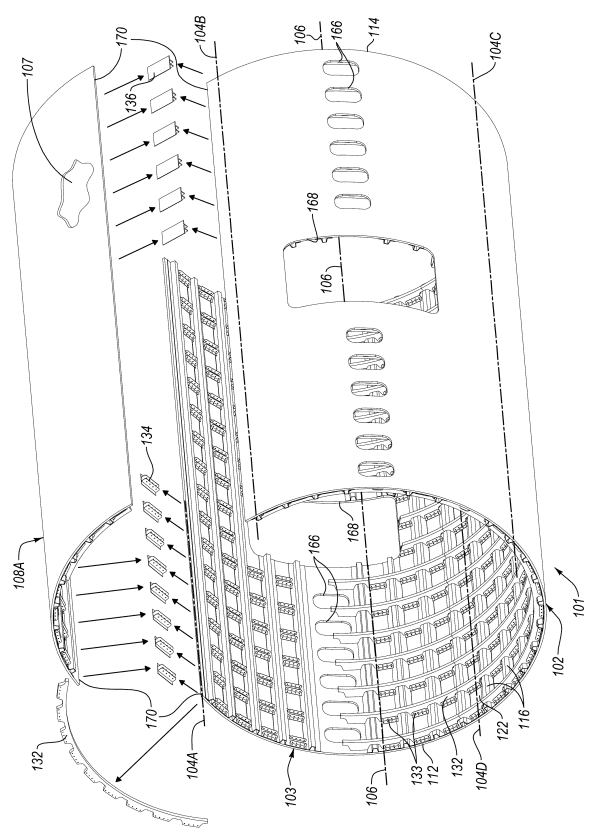
【図 1】



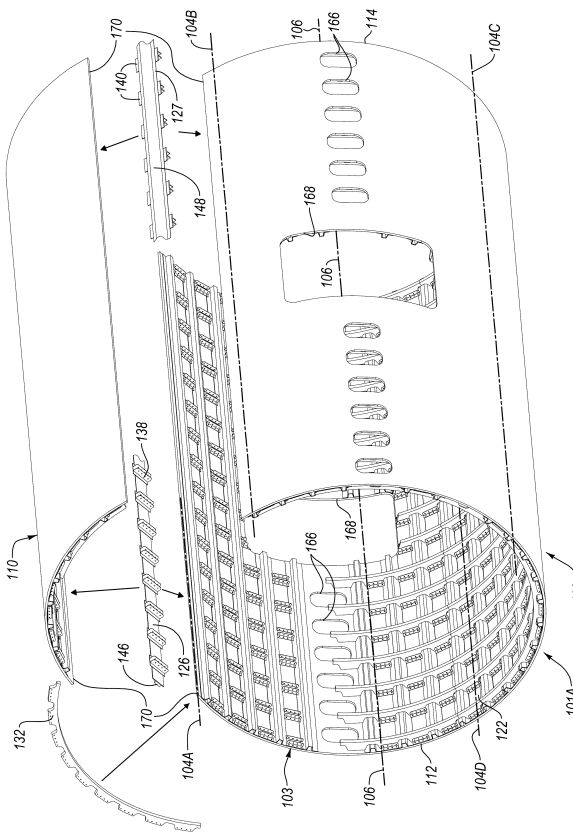
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

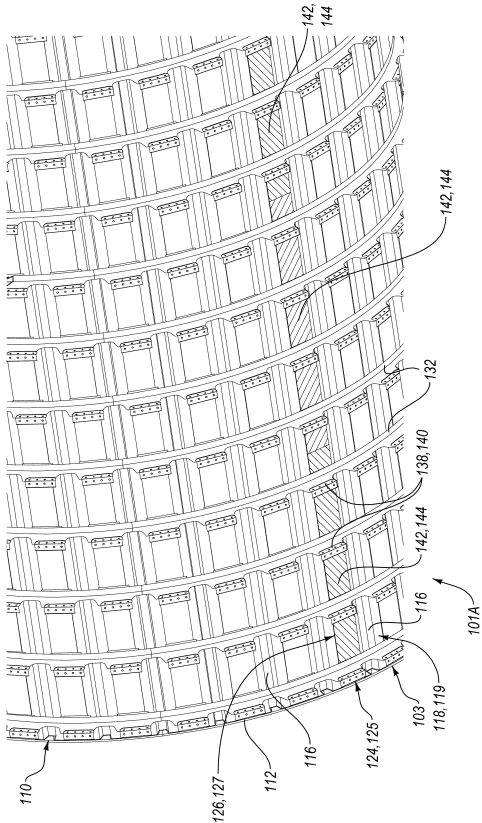
20

30

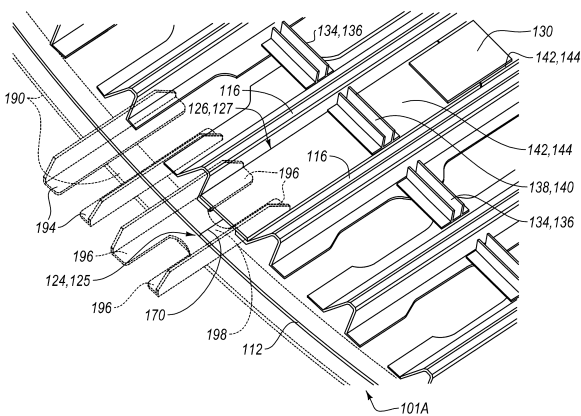
40

50

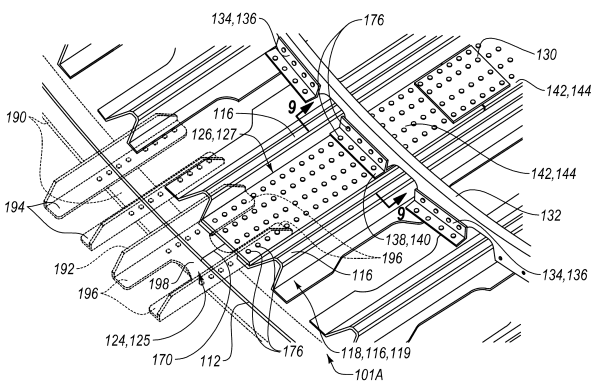
【図 5】



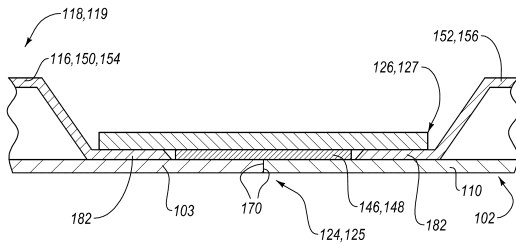
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

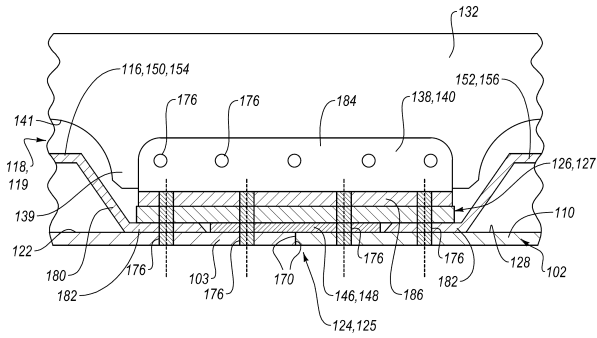
20

30

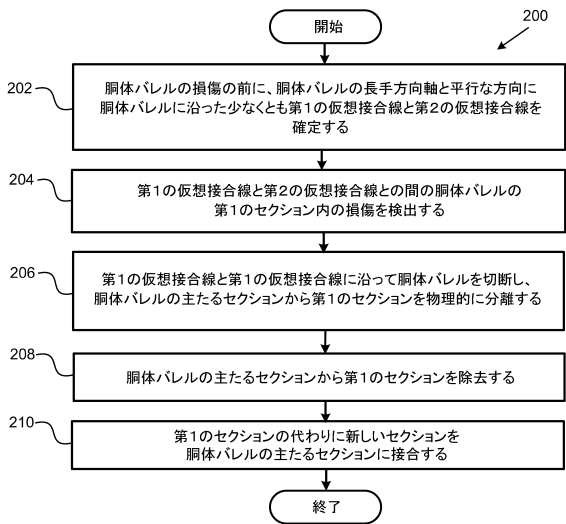
40

50

【図 9】



【図 10】



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(US, A1)

米国特許出願公開第2013/0014367(US, A1)

特表2012-517920(JP, A)

特表2014-506854(JP, A)

特開2012-066818(JP, A)

米国特許出願公開第2015/0059142(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B64F 5/40

B64C 1/00