

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6594674号  
(P6594674)

(45) 発行日 令和1年10月23日(2019.10.23)

(24) 登録日 令和1年10月4日(2019.10.4)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B29C 43/12</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 43/12
<b>B29C 43/32</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 43/32
<b>B29C 43/56</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 43/56

請求項の数 10 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-125396 (P2015-125396)
(22) 出願日	平成27年6月23日 (2015.6.23)
(65) 公開番号	特開2016-34749 (P2016-34749A)
(43) 公開日	平成28年3月17日 (2016.3.17)
審査請求日	平成30年6月21日 (2018.6.21)
(31) 優先権主張番号	14/450,947
(32) 優先日	平成26年8月4日 (2014.8.4)
(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	100108453 弁理士 村山 靖彦
(74) 代理人	100133400 弁理士 阿部 達彦
(74) 代理人	100163522 弁理士 黒田 晋平
(74) 代理人	100154922 弁理士 崔 允辰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】複合部品を硬化させるための空気袋システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内部空隙部(45)を有する複合装入物(10)の硬化作業において利用するための装置であって、

オートクレーブ硬化作業において前記複合装入物(10)に対して圧力を加えるために前記内部空隙部(45)内に配置されるように適合された可撓性の空気袋(55)と、

前記可撓性の空気袋(55)に作動式に結合され、第1の穴であるボルト穴(260)と水平方向の第2の穴(280)とを画定する端部取付具(200)とを備え、

前記端部取付具(200)の前記ボルト穴(260)に通気ボルト(300)が作動式に結合される際、前記通気ボルト(300)と前記水平方向の穴(280)が、前記空気袋(55)の内部が外圧を受けることを可能にする圧力経路(390)を画定し、

前記装置が、

前記複合装入物(10)を上に配置せるように適合された硬化工具(15)をさらに備え、

前記可撓性の空気袋(55)が、前記複合装入物(10)上に配置され、

前記端部取付具(200)の前記ボルト穴(260)が、前記硬化工具(15)の合致面に沿って設けられた工具穴(98)と整列するように位置決めされており、

前記可撓性の空気袋(55)、前記端部取付具(200)および前記通気ボルト(300)を覆うように密閉された可撓性のバッグ(25)をさらに備え、

前記可撓性のバッグ(25)が前記硬化工具(15)に対して密閉され、

10

20

前記通気ボルト(300)が、前記端部取付具(200)の前記ボルト穴(260)にインサートされ、

前記通気ボルト(300)が、前記通気ボルトが前記工具穴(98)にねじ込み式に接続するように所定の場所に回転され、

前記通気ボルト(300)と前記端部取付具(200)の間に位置決めされた第1の圧力密閉部材(150)をさらに備え、

前記第1の圧力密閉部材(150)が、前記外圧を前記圧力経路(390)内に封じ込め、

前記端部取付具(200)と前記硬化工具(15)の間に位置決めされた第2の圧力密閉部材(160)をさらに備え、

前記第2の圧力密閉部材(160)が、前記外圧を前記圧力経路(390)内に封じ込めることを特徴とする、装置。

#### 【請求項2】

前記通気ボルト(300)が、端部取付具(200)の前記ボルト穴(260)にインサートされ、

前記通気ボルト(300)が、前記通気ボルトが前記工具穴(98)の中に設けられたねじ込み式のインサートにねじ込み式に接続するように所定の場所に回転される、請求項1に記載の装置。

#### 【請求項3】

前記端部取付具(200)の前記ボルト穴(260)が、前記端部取付具(200)の第1の面から第2の面まで延在する、請求項1又は2に記載の装置。

#### 【請求項4】

前記通気ボルト(300)の内側のボルト穴(355)と、前記端部取付具(200)の前記水平方向の第2の穴(280)が、前記空気袋(55)の内部が外圧を受けることを可能にする圧力経路(390)を画定する、請求項1から3のいずれか一項に記載の装置。

#### 【請求項5】

請求項1～4のいずれか一項に記載の装置を使用して、内部空隙部(45)を有する複合装入物(10)を硬化させる方法(400)であって、

前記複合装入物(10)を硬化工具(15)上で支持するステップ(420)と、

前記複合装入物(10)内に空気袋(55)を設置するステップ(404)と、

前記空気袋(55)を空気袋端部取付具(200)に結合するステップ(406)と、

通気ボルト(300)を利用して前記空気袋端部取付具(200)を前記硬化工具(15)に固定するステップとを含み、

前記通気ボルト(300)と、前記空気袋端部取付具(200)が、前記空気袋の内部に外圧を供給するための圧力経路(390)を画定する方法。

#### 【請求項6】

前記通気ボルト(300)と前記空気袋端部取付具(200)によって画定された前記圧力経路(390)を経由して前記空気袋の内部を外圧に曝すことによって前記空気袋(55)を加圧するステップ(410)をさらに含む、請求項5に記載の方法。

#### 【請求項7】

前記空気袋端部取付具(200)が、前記空気袋(55)の内部に対して密閉される、請求項5または6に記載の方法。

#### 【請求項8】

前記空気袋(55)、前記空気袋端部取付具(200)および通気ボルト(300)ヘッドを覆うように可撓性のバッグ(25)を密閉するステップ(408)をさらに含む、請求項7に記載の方法。

#### 【請求項9】

硬化工具(15)を複合装入物(10)を上に配置させるように適合させるステップをさらに含み、

前記空気袋(55)が、前記複合装入物(10)の空隙部(45)内に配置される、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記可撓性のバッグ(25)を前記硬化工具(15)に対して密閉するステップをさらに含む、請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、複合樹脂部品を作製するための方法および装置に関し、より詳細には、複合部品を硬化させるのに利用される空気袋システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

複合樹脂部品は、硬化サイクルにおいてこの部品に熱および圧力を加えるオートクレーブ内で硬化させることができる。一部の部品の幾何学形状には、膨張式の空気袋などの特定の工具が空隙部内に配置されなければ、オートクレーブ圧の下にこの部品をつぶれさせる可能性がある内部空隙部が含まれる。このような膨張式空気袋は、この部品に加えられるオートクレーブ圧の力に対応するために硬化プロセス中に膨らませることができる。典型的には、このような膨張式空気袋は、真空バッグを介してそれらをオートクレーブ圧に対して通気孔を付けることによって加圧される。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記に記載した通気孔が付けられた空気袋についていくつかの問題があり、これは硬化後の部品における矛盾につながる可能性がある。例えば空気袋を適切に通気させなかった場合、空気袋が加えられるオートクレーブ圧に対して対応するのに十分に加圧されなくなる恐れがある。同様に不十分な空気袋の加圧は、空気袋を外側の通気孔に結合する通気穴を密閉するのに使用されるシーラントの故障につながる可能性がある。また空気袋の壁が弱るまたは貫通される可能性もあり、この事象においてオートクレーブガスが硬化サイクルの間ずっとこの部品の中に強制的に侵入する可能性がある。したがって、空気袋における漏れ、または空気袋を適切に加圧できなかことによる悪影響を抑えるまたはなくすことができる空気袋システムに対する要望がある。また空気袋システムを外圧に対して、例えばオートクレーブ圧に対して通気するのに利用し、それと同時に真空バッグ通気穴シールの必要性をなくす空気袋システムおよび硬化方法に対する要望もある。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

内部空隙部を有する複合装入物を硬化させるのに使用する方法および装置が提示されている。例示の装置は、オートクレーブ硬化作業において複合装入物に圧力を加えるために空隙部内に配置されるように適合された可撓性の空気袋を含む。端部取付具が、可撓性の空気袋に作動可能に結合される。端部取付具は、ボルト穴と水平方向の穴を画定する。通気ボルトが端部取付具のボルト穴に作動可能に結合される際、通気ボルトおよび水平方向の穴が、空気袋の内部が、外圧、例えばオートクレーブ圧を受けるようになることを可能にする圧力経路を画定する。

40

【0005】

装置はまた、可撓性の空気袋、空気袋の端部取付具および通気ボルトを覆うように密閉される可撓性のバックを備えることができる。装置はまた、複合装入物をその上に配置するように適合された硬化工具を含んでよく、この場合可撓性の空気袋は、硬化工具の上に配置され、可撓性のバッグは硬化工具に対して密閉される。硬化工具は、金属製の硬化工具または複合硬化工具であってよい。さらに空気袋の端部取付具のボルト穴は、硬化工具の合致面に沿って設けられた工具穴と整列するように位置決めされてよい。一構成において、通気ボルトが空気袋の端部取付具のボルト穴にインサートされる際、通気ボルトが

50

所定の場所に回転されることで、通気ボルトが工具穴にねじ込み式に接続する。代替として、通気ボルトは、工具穴に設けられたねじ山付きのインサートにねじ込み式に接続する場合もある。

**【 0 0 0 6 】**

代替の一構成において、空気袋の端部取付具のボルト穴は、空気袋の端部取付具の第1の面から第2の面まで延伸する。

**【 0 0 0 7 】**

別の構成において、工具は、真空供給源と結合されるように適合された真空ポートを備えることで可撓性のバッグ内で選択的に圧力を解放する。

**【 0 0 0 8 】**

さらに別の構成において、空気袋の端部取付具のボルト穴は、第1のボルト穴部分と、第2のボルト穴部分とを備え、この場合第1のボルト穴部分の直径は、第2のボルト穴部分の直径と異なる。第1のボルト穴部分の直径は、第2のボルト穴部分の直径より大きい可能性がある。

**【 0 0 0 9 】**

別の構成において、通気ボルトの内部ボルト穴および端部取付具の水平方向の穴は、空気袋の内部が外圧、例えばオートクレーブ圧を受けるようになることを可能にする圧力経路を画定する。

**【 0 0 1 0 】**

別の構成において、内部空隙部を柚須壳る複合部品装入物をオートクレーブにより硬化させる方法は、複合部品装入物をオートクレーブ内で支持するステップと、複合部品装入物の中に空気袋を設置するステップと、空気袋を空気袋の端部取付具に結合するステップと、通気ボルトを利用して空気袋の端部取付具を硬化工具に固定するステップとを含み、通気ボルトおよび空気袋の端部取付具が、空気袋の内部に対して外圧を供給するための圧力経路を画定する。一構成において、この方法はまた、通気ボルトと、空気袋の端部取付具によって画定される圧力経路を経由して空気袋の内部を外圧に曝すことによって空気袋を加圧するステップを含む場合もある。付加的に、方法はまた、可撓性の空気袋、空気袋の端部取付具および通気ボルトを覆うように可撓性のバッグを密閉するステップを含む場合もある。

**【 0 0 1 1 】**

別の構成において、方法はさらに、硬化工具をその上に配置された複合装入物に適合させるステップを含む場合があり、この場合可撓性の空気袋は、複合装入物の空隙部内に配置される。

**【 0 0 1 2 】**

この特徴、機能および利点は、本開示の種々の実施形態において独立して達成することができる、あるいは以下の記載および図面を参照してさらなる詳細を理解することができるさらに他の実施形態に合体される場合もある。

**【 0 0 1 3 】**

例示の実施形態の特性と考えられる新規の特徴が添付の特許請求の範囲において記載されている。しかしながら例示の実施形態、ならびにその好ましい利用の態様、さらなる目的および記載は、添付の図面と併せて読んだとき本開示の例示の一実施形態の以下の詳細な記載を参照することによって最適に理解されるであろう。

**【 図面の簡単な説明 】**

**【 0 0 1 4 】**

【図1】開示される実施形態による空気袋システムの機能的なブロック図である。

【図2】図1に示される空気袋システムを使用して硬化された複合樹脂水平材の斜視図である。

【図3】複合水平材の装入物を硬化させる際に使用される硬化工具の斜視図である。

【図4】図3と同様であるが、工具上に置かれた水平材装入物を示す図である。

【図5】図4に示される工具と共に使用され得る空気袋の端部取付具の図である。

10

20

30

40

50

【図6A】図5に示される空気袋の端部取付具と共に使用され得る通気用ボルトを示す図である。

【図6B】図5に示される空気袋の端部取付具と共に使用され得る通気用ボルトを示す図である。

【図6C】図5に示される空気袋の端部取付具と共に使用され得る圧力密閉部材を示す図である。

【図6D】図5に示される空気袋の端部取付具と共に使用され得る圧力密閉部材を示す図である。

【図7】図4と応用であるが、空気袋取付具(図5)と、通気用ボルト(図6Aおよび図6B)と、膨張式空気袋とを備える空気袋システムを示しており、膨張式空気袋が、水平材装入物の空隙部内に配置されている図である。10

【図8】図7と同様であるが、皮膜装入物が水平材装入物上に配置されているのを付加的に示す図である。

【図9】図8と同様であるが、当て板が皮膜装入物を覆うように設置されているのを示す図である。

【図10】図9と同様であるが、シーラントテープが硬化工具の外周を取り巻くように塗布されているのを示す図である。

【図11】図10における線30-30に沿って切り取った断面図であり、真空バッグが硬化工具を覆うように設置されそれに対して密閉されているのを付加的に示す図である。

【図12】内部空隙部を有する複合部品装入物を本明細書に開示される空気袋システムを利用してオートクレーブにより硬化させる方法のフロー図である。20

【図13】航空機の製造および保守点検方法体系のフロー図である。

【図14】航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

開示される実施形態は次に添付の図面を参照して以下により完全に記載されるが、そこには開示される実施形態の一部が示されており、その全てが示されているわけではない。当然のことながら、複数の異なる実施形態が提供される可能性があり、本明細書に記載される実施形態に限定されるものと解釈すべきではない。むしろこのような実施形態は、本開示が完璧かつ完全であり、本開示の範囲を当業者に十分に伝えるために提供されている。30

【0016】

本開示は、少なくとも1つの端部取付具を有する空気袋システムの実施形態を提供する。構造および方法の実施形態は、航空機、宇宙船技術、自動車技術、船艇技術および他の技術などならびに車両および他の同様の構造物において使用されてよい。加えて、構造および方法の実施形態は、冷却用途および軽量構造からのエネルギー採集の両方の目的で統合された商業建物材と共に使用される場合もある。

【0017】

先ず図1を参照すると、未硬化の複合樹脂部品10は、以下「装入物」、「複合装入物」、「複合部品装入物」または「水平材装入物」と呼ばれる場合もある。このような装入物は、オートクレーブ内に支持されてよい。具体的には装入物10は、オートクレーブ35内に配置された硬化工具15上で硬化されてよく、その内でオートクレーブ熱および圧力が複合装入物10に加えられる。複合装入物10は、1つまたは複数の内部の空隙、閉じ込められたまたは囲まれた領域または空隙部を含み、これは記載を容易にする目的で、装入空隙部13として以下で集合的に呼ぶことにする。

【0018】

空気袋端部取付具200に作動式に結合された可撓性の膨張式空気袋55を備える空気袋システムもまた設けられている。単なる一例として、可撓性の膨張式空気袋55は、空気袋端部取付具200の一部に対して密閉されてよい。可撓性の膨張式空気袋55は、例えばオートクレーブ硬化プロセスにおいてなど、硬化プロセスにおいて装入物10に加え4050

られる外圧に対応するために、硬化サイクルより前に硬化工具 15 の内部空隙部 45 内に配置される、あるいはその中にインサートされてよい。空気袋端部取付具 200 は、この構成において可撓性の膨張式空気袋 55 に接着される、またはこれに対して密閉されてよい。好ましい一構成において、および以下でより詳細に説明するように、空気袋端部取付具 200 は、概ね平坦な頂部面と概ね平坦な底部面とを備える実質的に矩形の外形を有する金属（例えばアルミニウムの）または複合材料を有する場合がある。好ましくは、空気袋端部取付具は、端部取付具の第 1 の面から第 2 の面まで延伸するボルト穴を画定する。このボルト穴は、通気用ボルト 300 を受けるように構成されてよい。このような通気用ボルト 300 は、内部を取り除いたボルトであってよく、これはまた当分野においてバンジョーボルトとも呼ばれる。好ましくは、空気袋端部取付具 200 はまた、端部取付具の第 2 の部分に沿って延伸する水平方向の穴も画定する。膨張式空気袋 55 の内部にあるのは端部取付具のこの第 2 の部分である。

#### 【 0019 】

通気用ボルト 300 と組み合わせた空気袋端部取付具 200 は、通気用ボルト 300 が作動式に空気袋端部取付具のボルト穴に結合される際、外圧を空気袋の内部に加えることを可能にする内部経路を画定するために通気用ボルト 300 の内側の穴と、端部取付具の水平方向の穴とが協働して作用するように構成される。そういうものとして、真空の袋状になった硬化工具の外側にある外圧が、工具の底部側から、通気用ボルトの穴を通って空気袋端部取付具を通り、そして空気袋 55 へと侵入することが可能になる。したがって開示される空気袋システムは、真空バッグ 25 内にあらゆる種類の通気用ポートを設ける必要がなく、可撓性の膨張式空気袋 55 に対してオートクレーブ通気作用を提供する。よって、空気袋端部取付具 200 、通気用ボルト 300 および膨張式空気袋 55 が閉鎖システムを形成するために協働して作用することで、空気袋 55 の内部をオートクレーブ 35 の内部空気に直接曝すことができる。

#### 【 0020 】

可撓性のバッグ、例えば真空バッグ 25 などが、可撓性の空気袋 55 、空気袋端部取付具 200 、通気ボルトを覆うように配置され、それらを覆うように密閉され、その後硬化工具 15 に対して固定される。よって真空バッグ 25 は、複合装入物 10 、膨張式空気袋 55 、空気袋端部取付具 200 および通気用ボルト 300 の頂部を覆う真空空間を形成する。重要なことには、この空気袋システム構成において、可撓性の空気袋 55 の内部に外圧をもたらすために真空バッグ 25 内に通気用の穴は全く必要ない。可撓性のバッグ 25 は、可撓性のバッグ 25 を真空にするために好適な真空供給源 145 と結合されるように適合されている。

#### 【 0021 】

次に図 2 を参照すると、開示される空気袋システムおよび硬化方法は、1つまたは複数の内部空隙部を有する種々の幾何学形状の多様な複合樹脂部品を硬化させるために採用されてよい。例えばおよび限定ではなく、開示される空気袋システムおよび方法は、繊維強化複合樹脂水平材 20 の作製に使用される場合がある。好ましい一構成において、この水平材 20 は、プリプレグの複数層のレイアップであってよい。この例示の構成において、水平材 20 は、内部の水平材の空隙部 45 を形成するハット部分 40 と、一対の横方向に延伸するフランジ部分 50 と、硬化作業においてフランジ部分 50 と一緒に凝固されるほぼ平坦な皮膜部分 52 とを備える。当業者が認識するように、代替の水平材の幾何学形状が可能である。

#### 【 0022 】

図 3 ~ 図 11 はそれぞれ、図 2 に示される水平材 20 の硬化作業のために、図 1 に示される装置の準備における連続する段階を示している。特に図 3 を参照すると、硬化工具 15 は、任意の好適な材料を含む。例えば特定の用途に関して、好適な硬化工具材料は、インバールなどのニッケルと鉄の合金であってよい。代替として、硬化工具は、複合材料を含む場合もある。硬化工具が複合工具である場合、ねじ山付きインサートを使用して、通気用ボルトを硬化工具にねじ込み式に取り付けることができる。

10

20

30

40

50

**【0023】**

この例示の構成において、硬化工具15は、少なくとも1つの装入空隙部45を画定し、この装入空隙部は、水平方向に延伸する一対のフランジ部分工具面70と共にハット部分工具面65を画定することができる。好ましい一構成において、工具面65、70は、図2に示される水平材20のハット部分40と、フランジ部分50それぞれの幾何学形状にそれぞれ合致するように構成される。硬化工具15はさらに、内部空隙部45を取り囲むほぼ平坦な上部工具面80を備える。工具はさらに、空隙部45の一端における壁構造82と、壁構造82から延伸するほぼ平坦な端部部分95とを画定する。ほぼ平坦な端部部分95は、工具穴98を画定する。好ましい一構成において、この工具穴98は、端部部分95の頂面100から端部部分95の底面102まで延伸する。好ましい一構成において、この工具穴98は、図1に関して考察した通気用ボルト300などの通気ボルトを受けるように構成されてよい。加えて、および例示されるように、内部空隙部45の第1の端部は47において開放しており、この開放端は、工具穴98の位置に概ね隣接している。

**【0024】**

以下で考察するように、硬化工具15は、図1を参照して概ね考察したように、複合水平材装入物を組み立て、組み立てられた装入物をオートクレープ35内で硬化させるのに利用することができる。例示の硬化工具15は、当業者が認識するように、水平材20の特徴に合致するように適合された幾何学形状を備えるが、硬化工具15ならびに膨張式空気袋55、空気袋端部取付具200および通気用ボルト300を備える空気袋システム60は、用途および硬化すべき特定の複合部品装入物に応じて、何らかの様々な他の幾何学形状を有する硬化工具と共に使用される場合もある。単なる一例として、このような硬化工具および空気袋システムは、複数の水平材をマンドレルに沿って同時に共同で硬化させるためのシステムにおいて利用される場合もある。

**【0025】**

図4を参照すると、複合水平材装入物10は、硬化工具15上に積み上げる、またはその上に置くことによってオートクレープ内で支持することができる。例示のこの構成において、水平材装入物10は、空隙部45を満たし工具面65(図3)と係合するハット12と、工具面65にそれぞれ係合する一対の横方向に延伸するフランジ14とを備える。好ましい一構成において、水平材装入物10は、別個のレイアップ工具(図示せず)上に積み重ねられ、その後硬化工具15に移し変えられる場合もある。代替の好ましい一構成において、部品装入物10の幾何学形状および/または複雑さに応じて、硬化工具15上に直接水平材を積み重ねる場合もある。

**【0026】**

水平材装入物10が硬化工具15内に配置された後、可撓性空気袋55と、空気袋端部取付具200と、通気ボルトとを備える空気袋システム60が、硬化工具15に作動式に結合することができる。好ましい一構成において、および本明細書により詳細に記載されるように、可撓性の空気袋55は、工具の空隙部45にインサートされてよく、空気袋端部取付具200は工具穴98を覆うように位置決めされ、空気袋端部取付具200は、空隙部45の開放端部47にインサートされる。この位置において、端部取付具200は部分的に可撓性の空気袋55の中にあることになる。

**【0027】**

例えば図5は、空気袋システム60(例えば図7を参照)と共に使用され得る空気袋端部取付具200の一構成を示す。例示されるように、好ましい一構成において、空気袋端部取付具200は、第1の面取りされた表面部分210と、第2の矩形の部分220とを備える。第1の部分210は、端部取付具の第1の、すなわち底面230から端部取付具の第2の、すなわち頂面250に向かって延伸する面取りされた面212を備えることができる。さらにこの第1の部分210は、第1の面230と第2の面250の間に延伸するボルト穴260を画定する。この例示の構成において、ボルト穴260は、頂面250付近に第1の穴部分262と、第1の穴部分262の真下にある第2の穴部分264とを

備える。例示されるように、第1のボルト穴部分の直径は、第2のボルト穴部分の直径と異なる。具体的には、第1の穴部分の直径は、第2のボルト穴部分の直径より大きい。このようなボルト穴構成の1つの利点は、それがバンジョー取付具またはボルトなどの内側が取り除かれたボルトなどの通気ボルトの利用を可能にする点である。このようなボルトをここで開示される空気袋システムと共に使用することの1つの利点は、例えば、複合装入物が、硬化ステップにおいてオートクレーブ内で支持される間に通常受ける高圧などの高圧用途に耐えるそれぞれの能力である。

#### 【0028】

加えて、滑らかで平坦な表面を形成する座繰りされたまたは機械加工された機構266もまた、ボルト穴260の底面230に沿って形成されてよい。この機械加工された機構266は、端部取付具が図3～図4の硬化工具15のほぼ平坦な表面部分95に対して設置される際など端部取付具200が硬化工具に対して設置される際、第1の圧力密閉部材（例えば図6Cにおける第1の密閉部材150）を受けるように構成されてよい。同様のやり方において、第1の穴部分262の底面261もまた、第2の圧力密閉部材160（例えば、図6Dにおける密閉部材160）を受けるように構成されてよい。

10

#### 【0029】

例えば図6Cは、第1の圧力密閉部材150を示しており、図6Dは、第2の密閉部材160を示している。好ましい一構成において、このような圧力密閉部材150は、エラストマー密閉リングまたは圧縮可能なOリングの形態を探る場合がある。別の好ましい構成において、圧力密閉部材150は、カリフォルニア州、ロングビーチのRubbercraftによって提供されるDuo-Sea1ガスケットなどのガスケットのようにOリングが内側に内蔵された金属ワッシャの形態を探る場合もある。設置される際、このような圧力密閉部材は、密閉し、これにより外圧を圧力経路390（例えば図11を参照）内に適切に封じ込めるために、通気用ボルト300と端部取付具200の間、ならびに端部取付具と工具15の平坦な部分95の間で圧縮されてよい。

20

#### 【0030】

好ましい一構成において、機械加工された機構261内に設けられた第2の圧力密閉部材160は、図6Dに示されるようにOリングが金属ワッシャの内周161上に内蔵された金属ワッシャである。好ましい一構成において、第1の穴部分262の底面261に設けられた第2の圧力密閉部材は、エラストマー密閉リングである。代替の圧力密閉部材構成もまた利用されてよい。

30

#### 【0031】

空気袋端部取付具200はさらに水平方向の穴280を画定する。例示されるように、水平方向の穴280は、端部取付具200の第2の部分220に水平方向に沿って、第2の穴部分264から第2の部分220の壁部分290に向かって延伸する。よってボルト穴264（すなわち第2の穴部分）と、水平方向の穴280は、互いに流体連通して存在している。また示されるように、端部取付具200の第2の端部220は、概ね矩形形状を備え、その全体の高さH<sub>SP</sub>272は端部取付具の第1の端部の全体の高さH<sub>FP</sub>270よりわずかに小さい。第2の部分220の高さが小さいことの1つの理由は、空気袋の内部をこの矩形端部220の外側面275に作動可能に結合させる、または取り付けることを可能にするためである。当業者が理解するように、異なる高さH<sub>SP</sub>272、H<sub>FP</sub>270構成もまた利用されてよい。例えば代替の一構成では、高さH<sub>SP</sub>272は、高さH<sub>FP</sub>270と等しいか、それより大きい場合もある。

40

#### 【0032】

図6Aは、図5に示される端部取付具200と共に利用され得る通気用ボルト300の斜視図を示している。図6Bは、図6Aに示される通気用ボルト300の頂面図を示している。好ましい一構成において、この通気ボルトはバンジョーボルトである。

#### 【0033】

次に図6Aおよび図6Bを参照すると、通気用ボルト300は、拡大されたヘッド開口部310を画定する拡大された通気ボルトヘッド305を備える。図6Bから分かるよう

50

に、拡大されたヘッド開口部 310 は、通気ボルトが端部取付具 200 の頂面 250 より上に飛び出さないように（例えば図 5 を参照）空気袋端部取付具 200 の穴に配置される際、同様に成形された駆動工具が通気ボルトを硬化工具の頂面上の所定の場所に推し進めるおよび／またはねじ込むことができるよう六角形に成形された開口部を備えることができる。

#### 【0034】

通気用ボルト 300 はさらに、拡大されたヘッド 305 から離れるように延伸するボルトシャフト 340 を備える。重要なことには、このボルトシャフト 340 は、ボルトシャフト 340 の少なくとも一部に沿って延伸する内部ボルト穴 355 を画定する。シャフト 340 はさらに、拡大されたヘッド 305 から直接延伸する第 1 のネック部分 315 を備える。第 2 のネック部分 320 が、第 1 のネック部分 315 から延伸し、第 3 のネック部分 330 が、この第 2 のネック部分 320 から延伸している。この第 3 のネック部分 330 は、環状の溝 370 に隣接して存在する。ボルトシャフト 340 はさらに、ねじ山 360 を備える接続端部 350 を備える。この構成において、ねじ山 360 は、外側のねじ山である。重要なことには、この例示される構成において、シャフト 340 の内部の穴 355 は、ボルトシャフト 340 の底部ボルト面 380 から第 2 のネック部分 320 まで延伸している。通気ボルトはさらに軸方向の通気ポート 325 を備える。この通気ポート 325 もまた、第 2 のネック部分 320 上に設けられ、内部ボルト穴 355 と流体整列されている。

#### 【0035】

次のステップにおいて、図 7 に示されるように、空気袋システム 60 が硬化工具 15 に対して設置される。具体的には、空気袋システム 60 の膨張式空気袋 55 が、硬化サイクルにおいて加えられる外圧に対応するために水平材装入物 10 の内部空隙部 45 内に配置される。空気袋 55 は、任意の好適な材料、例えばおよび限定ではなくエラストマーなどで形成されてよい。空気袋を硬化作業の後に空隙部 45 から取り出し易くするために、空気袋が設置される前に解放作用物または解放フィルムが空気袋 55 に適用される場合もある。好みの一構成において、空気袋 55 は、図 5 に示される空気袋端部取付具 200 の第 2 の部分 220（すなわち矩形の部分）と結合されるように適合される。この例において、空気袋 55 は、内部空隙部 45 の幾何学形状のほぼ合致するように構成され、硬化工具 15 の平坦な工具面 80 とほぼ同一面にあるほぼ平坦な上部面 57 を有する。

#### 【0036】

図 7 にも示されるように、空気袋端部取付具 200 は、工具 15 の端部部分 95 に沿って配置されている。この設置位置において、空気袋端部取付具 200 のボルト穴 260 は、硬化工具 15 の上部面に沿って設けられたボルト穴 98 と整列するように位置決めされる。加えて、空気袋 55 は、空気袋端部取付具 200 に取り外せないように取り付けられ、これに対して密閉されることで、空気袋 55 が硬化プロセスのための準備において複合装入物 10 内に設置される度に空気袋 55 を空気袋端部ユニット 200 に接続し直す必要性をなくす。

#### 【0037】

次に通気用ボルト 300 を空気袋端部取付具 200 のボルト穴 260 に作動式にインサートすることができる。この通気ボルトがボルト穴 260 にインサートされる際、通気ボルトはさらに、それが通気用ボルト 300 の接続端部 350 を工具 15 のボルト穴 98（例えば図 4 を参照）にねじ込み式に接続するように所定の場所へと回転されてよい。適切にインサートされると、通気用ボルト 300 は、通気用ボルト 300 の通気ポート 325 が空気袋端部取付具の水平方向の穴 280 と整列するように空気袋端部取付具 200 内に位置決めされる。通気用ボルト 300 を所定の場所に回転させることで、通気用ボルト 300 と端部取付具 200 の間の第 1 の圧力密閉部材と、端部取付具と工具 15 の平坦な部分 95 の間の第 2 の圧力密閉部材とを圧縮することで、密閉し、これにより外圧を圧力経路 390（例えば図 11 を参照）内に適切に封じ込める。

#### 【0038】

10

20

30

40

50

次に図8を参照すると、図7に示されるように空気袋システム60が設置された後、ほぼ平坦な複合皮膜装入物115が、硬化工具15上に置かれ、膨張式空気袋55の上にかぶさり、水平材装入物10のフランジ14(図7)および平坦な工具面80と向き合って接触する。

#### 【0039】

次に図9に示されるように、当て板120が平坦な複合皮膜装入物115を覆うように設置されることで、硬化プロセスにおいて皮膜装入物115全体にわたって実質的に均一な圧力を加えることができる。また図7には示されないが、用途に応じて剥離式の層、解放フィルムおよび／または通気穴あるいは他の構成要素が当て板120と共に設置される場合がある。次に、および図10に示されるように好適なシーラントテープ125または他の好適なシーラントが、工具15の真空の袋状にするための準備において硬化工具15の外周に塗布される場合もある。この時点で真空プローブベース130が、設置された空気袋端部取付具200に隣接して硬化工具15の平坦な端部部分95に適用されてよい。次に、真空プローブ135が、真空プローブベース130上に設置されてよい。この真空プローブは、硬化サイクルにおいて真空バッグ25内の圧力を排気するまたは選択式に解放するために真空供給源145(図示せず)と結合されるように適合されてよい。

10

#### 【0040】

例えば好ましい空気袋システム接続の一実装形態が図11に示されている。図11は次のプロセスステップを示している。第1および第2の圧力密閉部材150、160および図10に示される通気用ボルト300の設置に続いて、ポリエチレンまたはナイロンなどの好適な材料で形成された可撓性のバッグ25(真空バッグ25と呼ばれる場合もある)が、工具15を覆うように設置され、空気袋端部取付具200、通気用ボルトの拡大されたヘッド305、水平材装入物10および空気袋55を覆う。真空バッグ25は、シーラントテープ125または他の好適なシーラントを利用して硬化工具15の外周に対して、かつ真空プローブベース130を囲むように密閉される。

20

#### 【0041】

真空バッグ25の排気は、真空バッグ25を空気袋端部取付具200、通気用ボルト300の頂部、空気袋55および工具15の頂面に向けて下方に引っ張る。オートクレーブ内で行なわれる硬化ステップにおいて、オートクレーブ圧 $P_A$ が真空バッグ25を硬化工具15に当たるように押しやり、これにより複合装入物10を圧縮する。加えて、オートクレーブ圧 $P_A$ は通気用ボルト300の底部と通じているため、オートクレーブ圧 $P_A$ もまた空気袋55の内部に加えられる。具体的には工具15の底部はオートクレーブ圧を受けるように配管され、この圧力は、通気用経路を経由して空気袋55の内部と通じることになる。圧力密閉部材150、160が、通気用ボルト300と端部取付具200の間ならびに端部取付具と工具15の平坦な部分95の間で圧縮されることで、密閉し、これにより外圧を圧力経路390中に適切に封じめることになる。

30

#### 【0042】

ここで考察される空気袋システム60が多数の水平材を同時に共同で硬化させるのに利用される場合、水平材の各々に対して各々別々の空気袋が、同一のオートクレーブ圧に対して配管される場合もある。このようなオートクレーブ圧 $P_A$ が空気袋55の内部75に到達するために、オートクレーブ圧 $P_A$ は、圧力経路390をたどることになる。このような圧力経路390は、通気用ボルト300の軸方向のポート325を経由して空気袋端部取付具200の水平方向の穴280に結合された通気用ボルト300の内部の穴355を備え、これにより空気袋55の内部をオートクレーブ圧 $P_A$ によって内側から加圧する。この空気袋55の内部加圧によって、特定の力 $P_A$ を複合装入物10に対して加える。したがって空気袋55がその膨張した状態を維持する間、成型される複合装入物をオートクレーブ内で硬化させることができる。これは、硬化および成型作業の合間に、複合装入物の外側面が、工具15および当て板シート115の各々の工具面に当たるように押しつけられることを確実にするのに役立つ。硬化作業が完了すると、オートクレーブ圧 $P_A$ は、真空バッグ25から除去され、これにより空気袋55の内部75からも除去される。

40

50

## 【0043】

次に上記に記載した空気袋システム 60 を使用するオートクレーブ硬化作業のための方法 400 のステップを広く例示する図 12 に注目されたい。例えば、およびステップ 402 で始めると、複合樹脂装入物 10 が、好適な工具、本明細書で考察され例示されるような硬化工具 15 などの上に配置されることによってオートクレーブ内で支持される。ステップ 404 において、空気袋 55 が装入物の空隙部内に設置される。その後ステップ 406 において、空気袋 55 は、先に記載したような空気袋システム 60 を形成するために空気袋端部取付具 200 および通気用ボルト 300 に結合されてよい。好ましい一構成において、空気袋端部取付具 200 は硬化工具 15 の概ね平坦な頂面に取り外し可能に結合され、可撓性の膨張式空気袋 55 が装入物 10 の内部空隙部 45 内に設置される。通気用ボルト 300 の内部ボルト穴 355 が、空気袋端部取付具 200 の水平方向の穴 280 に流体結合されることで、オートクレーブ圧  $P_A$  が空気袋 55 の内部 75 に侵入することを可能にするためにオートクレーブと空気袋 55 の間に圧力経路を画定する。ステップ 408 において、空気袋 55 を伴う複合装入物 20 、空気袋端部取付具 200 および通気用ボルト 300 の頂部は、真空バッグなどの可撓性のバッグ 25 によって覆われ、この可撓性のバッグはこのとき硬化工具 15 に対して密閉される。

## 【0044】

ステップ 410 において、複合装入物を圧縮するためにオートクレーブ圧  $P_A$  がバッグ 25 に加えられる。加えてオートクレーブ圧  $P_A$  は圧力経路 390 を経由して空気袋 55 の内部 75 にも加えられ、これにより空気袋 55 を加圧してオートクレーブ圧によって複合装入物 10 に加えられる力に対応する。

## 【0045】

本開示の実施形態は、特に、例えば航空宇宙、船舶、自動車用途および複合部品のオートクレーブ硬化作業が利用される可能性のある他の用途を含めた輸送産業において、多様な種類の潜在的な用途における利用法を見いだす可能性がある。したがって図 13 および図 14 を次に参照すると、本開示の実施形態は、図 13 に示される航空機の製造および保守点検方法 500 ならびに図 14 に示される航空機 550 の文脈においてにおいて使用されてよい。開示される実施形態の航空機用途には、これに限定するものではなく、ほんのいくつか挙げるとすると梁、桁および水平材など補剛材の、例えば限定するものではなく硬化作業などが含まれてよい。製造の前に、例示の方法 500 は、航空機 550 の仕様および設計 502 と、材料調達 504 とを含む場合がある。製造する際、航空機 550 の構成要素および部分組立品の製造 506 ならびにシステム統合 508 が行なわれる。その後航空機 550 は、就航中 512 となるように認証および搬送 510 を受けることができる。顧客によって就航中にある間、航空機 550 は定期的な整備および保守点検 514 が予定され、これは修正、再構成、改修などを含む場合もある。

## 【0046】

方法 500 のプロセスは各々、システム統合者、第 3 者および / またはオペレータ（例えば顧客）によって実行される、または行なわれてよい。この記載の目的に関して、システム統合者には、限定するのではなく、任意の数の航空機の製造元および主要なシステムの下請け業者が含まれてよく、第 3 者には、限定するのはなく任意の数の供給業者、下請け業者および部品供給元が含まれてよく、オペレータには、エアライン、リース会社、軍事団体、サービス組織などが含まれてよい。

## 【0047】

図 14 に示されるように、例示の方法 500 によって形成された航空機 550 は、複数のシステム 554 を備えた機体 552 と、内部 556 とを含むことができる。ハイレベルシステム 554 の例には、1つまたは複数の推進システム 518 、電気システム 520 、油圧システム 522 および環境システム 524 が含まれる。任意の数の他のシステムが含まれる場合もある。航空宇宙の一例が示されているが、本開示の原理は、他の産業、例えば船舶および自動車産業に適用される場合もある。

## 【0048】

10

20

30

40

50

本明細書で具現化されるシステムおよび方法は、製造および保守点検方法 500 の 1 つまたは複数の段階において採用されてよい。例えば、製造プロセス 502 に相当する構成要素または部分組立品は、航空機 550 が就航中に形成される構成要素または部分組立品と同様のやり方で作製または製造されてよい。また 1 つまたは複数の装置実施形態、方法実施形態またはそれらの組み合わせが、例えば航空機 550 の組み立てを実質的に早める、または航空機 550 のコストを抑えることによって製造段階 502 および 504 において利用される場合もある。同様に、1 つまたは複数の装置実施形態、方法実施形態またはそれらの組み合わせが、航空機 550 が就航中に、例えば限定するものではなく整備および保守点検 514 に対して利用される場合もある。さらに本開示は以下の項による実施形態を有する。

10

## 【0049】

項 1 . 内部空隙部を有する複合装入物の硬化作業において利用するための装置であって、  
オートクレーブ硬化作業において複合装入物に対して圧力を加えるために空隙部内に配置されるように適合された可撓性の空気袋と、

可撓性の空気袋に作動式に結合され、ボルト穴と水平方向の穴とを画定する端部取付具とを備え、

端部取付具のボルト穴に通気ボルトが作動式に結合される際、通気ボルトと水平方向の穴が、空気袋の内部が外圧を受けることを可能にする圧力経路を画定する、装置。

## 【0050】

20

項 2 . 可撓性の空気袋、端部取付具および通気ボルトを覆うように密閉された可撓性のバッグをさらに備える、項 1 の装置。

## 【0051】

項 3 . 複合装入物を上に配置させるように適合された硬化工具をさらに備え、  
可撓性の空気袋が、複合装入物上に配置され、可撓性のバッグが硬化工具に対して密閉される、項 2 の装置。

## 【0052】

項 4 . 硬化工具が複合硬化工具である項 3 の装置。

## 【0053】

項 5 . 端部取付具のボルト穴が、硬化工具の合致面に沿って設けられた工具穴と整列するように位置決めされる、項 4 の装置。

30

## 【0054】

項 6 . 通気ボルトが、端部取付具のボルト穴にインサートされ、  
通気ボルトが、通気ボルトが工具穴にねじ込み式に接続するように所定の場所に回転される、項 4 の装置。

## 【0055】

項 7 . 通気ボルトが、端部取付具のボルト穴にインサートされ、  
通気ボルトが、通気ボルトが工具穴の中に設けられたねじ込み式のインサートにねじ込み式に接続するように所定の場所に回転される、項 5 の装置。

## 【0056】

40

項 8 . 端部取付具のボルト穴が、端部取付具の第 1 の面から第 2 の面まで延伸する、項 1 の装置。

## 【0057】

項 9 . 工具が、可撓性バッグ内で選択的に圧力を解放するために真空供給源と結合されるように適合された真空ポートを備える、項 3 の装置。

## 【0058】

項 10 . 端部取付具のボルト穴が、

第 1 のボルト穴部分および第 2 のボルト穴部分とを備え、

第 1 のボルト穴部分の直径が第 2 のボルト穴部分の直径と異なる、項 1 の装置。

## 【0059】

50

項 1 1 . 第 1 のボルト穴部分の直径が第 2 のボルト穴部分の直径より大きい、項 1 0 の装置。

**【 0 0 6 0 】**

項 1 2 . 通気ボルトの内部のボルト穴と、端部取付具の水平方向の穴が、空気袋の内部が外圧を受けることができるよう圧力経路を画定する、項 1 の装置。

**【 0 0 6 1 】**

項 1 3 . 通気用ボルトと端部取付具の間に位置決めされた第 1 の圧力密閉部材をさらに備え、

第 1 の密閉部材が、外圧を圧力経路内に封じ込める、項 3 の装置。

**【 0 0 6 2 】**

項 1 4 . 端部取付具と工具の間に位置決めされた第 2 の圧力密閉部材をさらに備え、

第 2 の密閉部材が、外圧を圧力経路内に封じ込める、項 1 3 の装置。

**【 0 0 6 3 】**

項 1 5 . 内部空隙部を有する複合装入物を硬化させる方法であって、

複合装入物を硬化工具上で支持するステップと、

複合装入物内に空気袋を設置するステップと、

空気袋を空気袋端部取付具に結合するステップと、

通気ボルトを利用して空気袋端部取付具を硬化工具に固定するステップとを含み、

通気ボルトと、空気袋端部取付具が、空気袋の内部に外圧を供給するための圧力経路を画定する方法。

**【 0 0 6 4 】**

項 1 6 . 通気ボルトと空気袋端部取付具によって画定された圧力経路を経由して空気袋の内部を外圧に曝すことによって空気袋を加圧するステップをさらに含む、項 1 5 の方法。

**【 0 0 6 5 】**

項 1 7 . 空気袋端部取付具が、空気袋の内部に対して密閉される、項 1 5 の方法。

**【 0 0 6 6 】**

項 1 8 . 空気袋、空気袋端部取付具および通気ボルトヘッドを覆うように可撓性のバッグを密閉するステップをさらに含む、項 1 7 の方法。

**【 0 0 6 7 】**

項 1 9 . 硬化工具を複合装入物を上に配置させるように適合させるステップをさらに含み、

空気袋が、複合装入物の空隙部内に配置される、項 1 8 の方法。

**【 0 0 6 8 】**

項 2 0 . 可撓性バッグを硬化工具に対して密閉するステップをさらに含む、項 1 9 の方法。

**【 0 0 6 9 】**

項 2 1 . 第 1 の圧力密閉部材を通気用ボルトと端部取付具の間に位置決めすることで、第 1 の密閉部材が、圧力経路内に外圧を封じ込めるステップをさらに含む、項 2 0 の方法。

**【 0 0 7 0 】**

項 2 2 . 第 2 の圧力密閉部材を端部取付具と工具の間に位置決めすることで、第 2 の密閉部材が、圧力経路内に外圧を封じ込めるステップをさらに含む、項 2 1 の方法。

**【 0 0 7 1 】**

種々の有利な実施形態の記載は、例示および記述する目的で提示されており、これは網羅的である、または開示される形態に限定されることは意図されていない。多くの修正形態および変形形態が、当業者には明らかであろう。さらに種々の有利な実施形態は、他の有利な実施形態と比べて異なる利点を提供する可能性がある。選択された 1 つまたは複数の実施形態は、実施形態の原理、すなわち実際の用途を最適に説明するため、および企図される特定の利用に適合されるように、他の当業者が種々の修正形態と併せて種々の実施

10

20

30

40

50

形態に関する開示を理解することを可能にするために選択され記載されている。

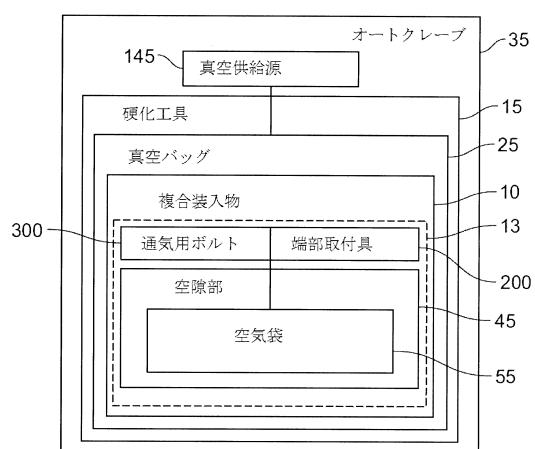
【符号の説明】

【0072】

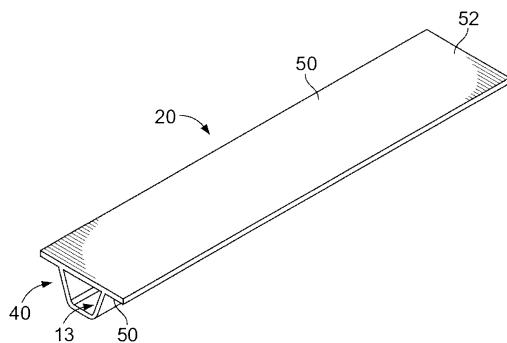
1 0	複合装入物（複合装入物、複合部品装入物、水平材装入物）	
1 2	ハット	
1 3	装入空隙部	
1 4	フランジ	
1 5	硬化工具	
2 0	繊維強化複合樹脂水平材	
2 5	真空バッグ	10
3 5	オートクレーブ	
4 0	ハット部分	
4 5	空隙部	
4 7	開放端部	
5 0	フランジ部分	
5 2	皮膜部分	
5 5	空気袋	
5 7	上部面	
6 0	空気袋システム	
6 5、7 0	工具面	20
7 5	内部	
8 0	上部工具面	
8 2	壁構造	
9 5	端部部分	
9 8	工具穴	
1 0 0	頂面	
1 0 2	底面	
1 1 5	皮膜装入物	
1 2 0	当て板	
1 2 5	シーラントテープ	30
1 3 0	真空プローブベース	
1 3 5	真空プローブ	
1 4 5	真空供給源	
1 5 0	第1の圧力密閉部材	
1 6 0	第2の圧力密閉部材	
1 6 1	内周	
2 0 0	空気袋端部取付具	
2 1 0	第1の部分	
2 1 2	面取りされた面	
2 2 0	第2の部分	40
2 3 0	底面	
2 5 0	頂面	
2 6 0	ボルト穴	
2 6 1	機械加工された機構	
2 6 2	第1の部分	
2 6 4	第2の部分	
2 6 6	機械加工された機構	
2 7 0	第1の端部の全体の高さ	
2 7 2	第2の端部の全体の高さ	
2 7 5	外側面	50

2 8 0	水平方向の穴	
2 9 0	壁部分	
3 0 0	通気用ボルト	
3 0 5	拡大された通気ボルトヘッド	
3 1 0	ヘッド開口部	
3 1 5	第1のネック部分	
3 2 0	第2のネック部分	
3 2 5	通気ポート	
3 3 0	第3のネック部分	
3 4 0	ボルトシャフト	10
3 5 0	接続端部	
3 5 5	内部ボルト穴	
3 6 0	ねじ山	
3 7 0	環状の溝	
3 8 0	底部のボルト面	
3 9 0	圧力経路	
4 0 0	方法	
4 0 2	ステップ	
4 0 4	ステップ	
4 0 6	ステップ	20
4 0 8	ステップ	
4 1 0	ステップ	
5 0 0	航空機の製造および保守点検方法	
5 0 2	仕様および設計	
5 0 4	材料調達	
5 0 6	構成要素および部分組立品の製造	
5 0 8	システム統合	
5 1 0	認証および搬送	
5 1 2	就航中	
5 1 4	整備および保守点検	30
5 1 8	推進システム	
5 2 0	電気システム	
5 2 2	油圧システム	
5 2 4	環境システム	
5 5 0	航空機	
5 5 2	機体	
5 5 4	システム	
5 5 6	内部	
P A	オートクレーブ圧	
H F P	第1の端部の全体の高さ	40
H S P	第2の端部の全体の高さ	

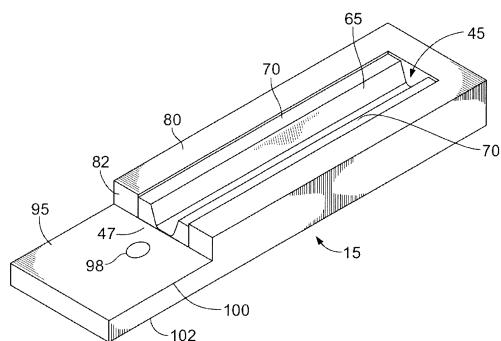
【図1】



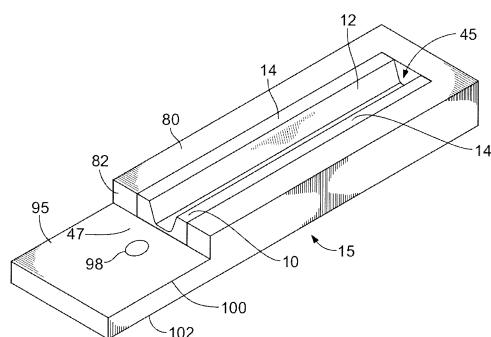
【図2】



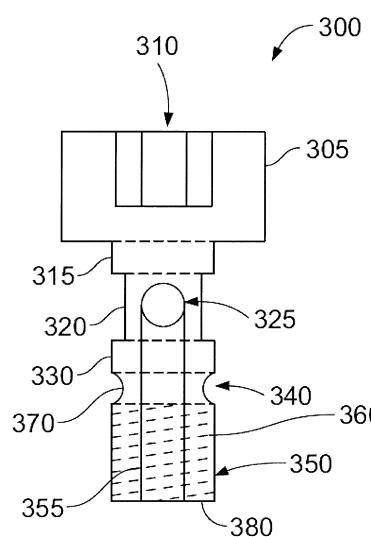
【図3】



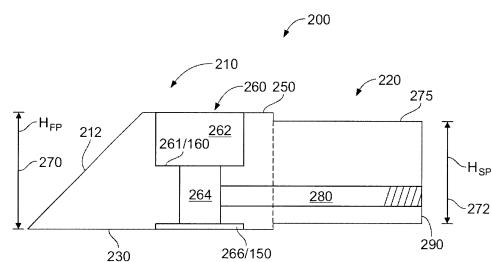
【図4】



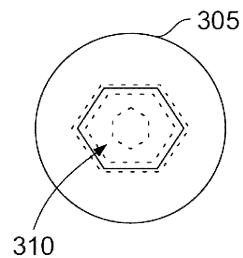
【図6 A】



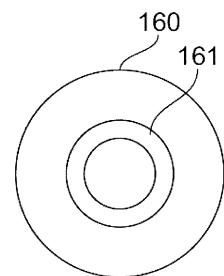
【図5】



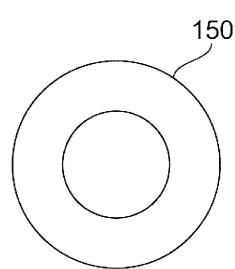
【図 6 B】



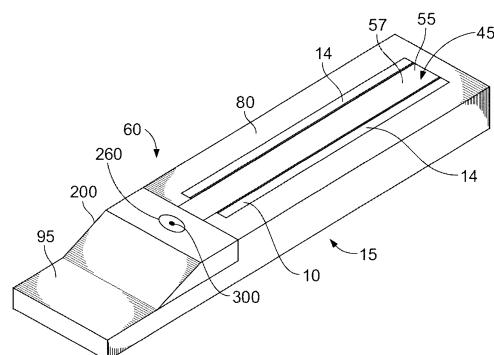
【図 6 D】



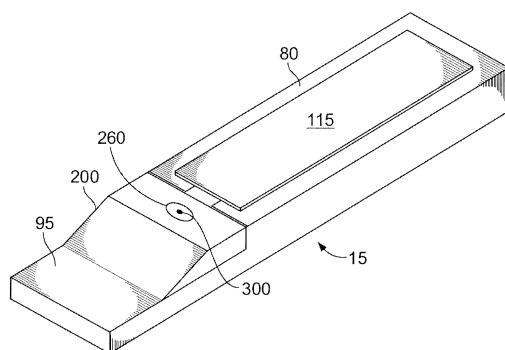
【図 6 C】



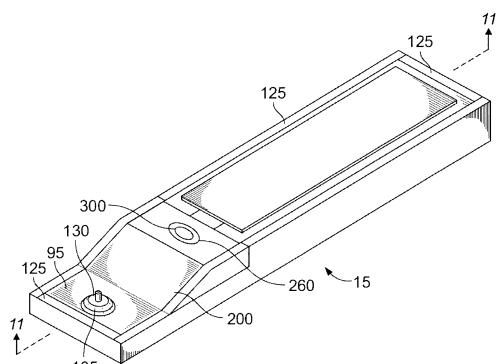
【図 7】



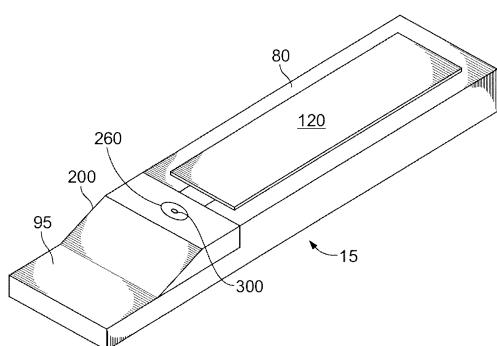
【図 8】



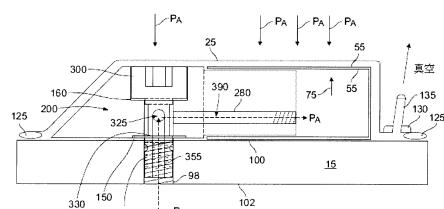
【図 10】



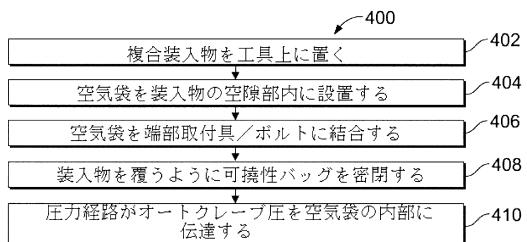
【図 9】



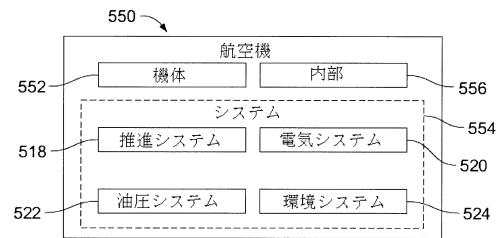
【図 11】



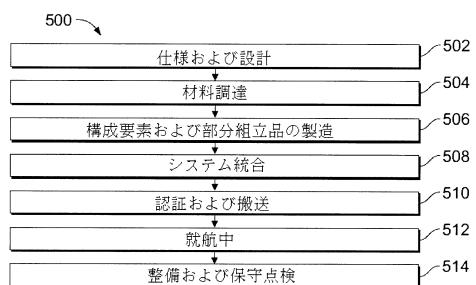
【図12】



【図14】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ケネス・エム・ダル

アメリカ合衆国・ペンシルヴァニア・19142-0858・フィラデルフィア・(番地なし)・  
ピー・オー・ボックス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ゴードン・エム・コックス

アメリカ合衆国・イリノイ・60606-1596・シカゴ・(番地なし)・ピー・オー・ボック  
ス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ダレル・ディ・ジョーンズ

アメリカ合衆国・イリノイ・60606-1596・シカゴ・(番地なし)・ピー・オー・ボック  
ス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ダグラス・エー・マッカーヴィル

アメリカ合衆国・イリノイ・60606-1596・シカゴ・(番地なし)・ピー・オー・ボック  
ス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 マイケル・ケー・ルーイ

アメリカ合衆国・イリノイ・60606-1596・シカゴ・(番地なし)・ピー・オー・ボック  
ス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ロバート・エル・アンダーソン

アメリカ合衆国・イリノイ・60606-1596・シカゴ・(番地なし)・ピー・オー・ボック  
ス・16858・ピー35-50・ザ・ボーリング・カンパニー内

審査官 山本 雄一

(56)参考文献 国際公開第2011/055524(WO,A1)

国際公開第2014/055180(WO,A1)

米国特許第06685232(US,B2)

特開2009-248512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 43/00 - 43/58

B29C 70/00 - 70/88