

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-11602

(P2013-11602A)

(43) 公開日 平成25年1月17日(2013.1.17)

(51) Int.Cl.
G01B 5/14 (2006.01)

F I
G01B 5/14

テーマコード (参考)
2F062

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-136830 (P2012-136830)
(22) 出願日 平成24年6月18日 (2012.6.18)
(31) 優先権主張番号 13/169, 945
(32) 優先日 平成23年6月27日 (2011.6.27)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500520743
ザ・ボーイング・カンパニー
The Boeing Company
アメリカ合衆国、60606-1596
イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(74) 代理人 100109726
弁理士 園田 吉隆
(74) 代理人 100101199
弁理士 小林 義教
(72) 発明者 コステニク、ジュニア、ポール ジー、
アメリカ合衆国 ワシントン 98270、
メリーズビル、83番 アヴェニュー
ノースイースト 5110
最終頁に続く

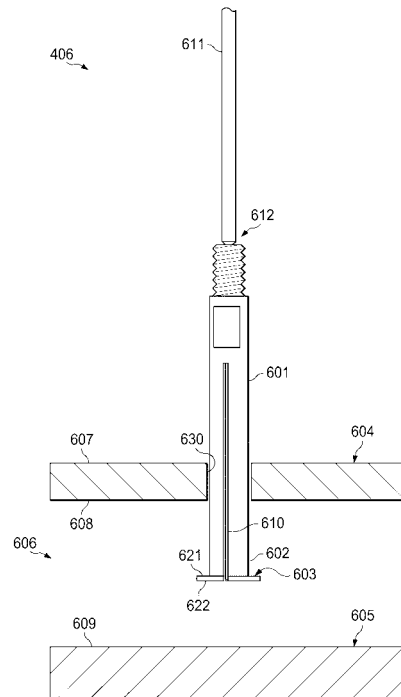
(54) 【発明の名称】 接近が制限される空間を測定する方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 接近が制約を受けるような部品群の間の空間を測定する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 細長部材601と、フランジ603と、測定システムと、を備えることができる。細長部材の端部は602、第1構造604の穴630を通過して移動して、第1構造604と第2構造605との間に位置する空間606に進入するように構成される。フランジ603は細長部材601から延出する。細長部材603は、フランジが第1構造604の穴630から出た後に突出することにより、フランジ603が穴630を通り抜けて戻ることができないように構成される。測定システムは、細長部材601の端部602の移動量を測定して、第1構造604と第2構造605との間の空間の長さを同定するように構成される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

細長部材であって、細長部材の端部が、第 1 構造の穴を通して移動して、第 1 構造と第 2 構造との間に位置する空間に進入するように構成される、細長部材と、

細長部材から延出するフランジであって、フランジが穴を通り抜けて戻ることができないように、フランジが第 1 構造の穴から出た後に、細長部材が突出するように構成される、フランジと、

細長部材の端部の移動量を測定して、第 1 構造と第 2 構造との間の空間の長さを同定するように構成される、測定システムと
を備える、装置。

10

【請求項 2】

細長部材は、細長部材の第 1 端部から延出する通路を有し、そして装置は更に、通路の内部を移動するように構成されるロッドを備え、フランジが第 1 構造の穴から出た後にロッドが第 1 位置から第 2 位置に移動するときに、細長部材が突出するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

細長部材は略円筒形状を有し、そして装置は更に、細長部材の端部から或る距離だけ延びる多数のスロットを備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

測定システムは、第 1 構造の外側表面から第 2 構造の内側表面までの第 1 距離、及び第 1 構造の外側表面から第 1 構造の内側表面までの第 2 距離を測定するように構成され、空間の距離は、第 1 距離と第 2 距離との差である、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の装置。

20

【請求項 5】

空間を測定する装置であって、

第 1 端部を有するチューブであって、チューブの第 1 端部が、後退位置と突出位置との間を移動するように構成され、チューブが、第 1 端部に近接する少なくとも 1 つの切り欠き部を有する、チューブと、

第 1 端部に近接配置されるフランジであって、フランジが、上側表面及び下側表面を有し、フランジが或る厚さによって特徴付けられ、フランジ及び第 1 端部が、第 1 端部が後退位置にあるときに第 1 部品の穴を通過するように構成され、フランジが、第 1 端部が突出位置にあるときにフランジの上側表面が第 1 部品の下側表面に接触するように構成される、フランジと、

30

チューブ内に移動可能に配置されるロッドであって、ロッドがチューブに第 1 端部に近接して挿入されるときにチューブを突出位置に移動させるように構成される、ロッドと、

チューブの移動量を記録するように構成される測定デバイスと

を備える、装置。

【請求項 6】

チューブの第 1 端部は、静止時に後退位置にある、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

チューブの第 1 端部は、ロッドがチューブから取り出されるときに後退位置に移動するように構成される、請求項 6 に記載の装置。

40

【請求項 8】

チューブの第 1 端部は、静止時に突出位置にある、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

圧迫部材をチューブの第 1 端部に近接して移動させ、かつ切り欠き部の上を移動させるとチューブの第 1 端部が後退位置に移動するように、チューブの外側表面に沿って直線状に移動するように構成される圧迫部材を更に備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

第 1 部品と第 2 部品との間の空間を測定する方法であって、

50

チューブの上に配置されるフランジの下側表面が第 2 部品の第 1 表面に接触するまで、チューブの第 1 端部を第 1 部品の穴に挿通させるステップと、

第 1 部品の第 1 表面と第 2 部品の第 1 表面との間の距離の測定を第 1 測定として行うステップと、

チューブの上に配置されるフランジの上側表面が、第 1 部品の第 2 表面に接触するまで、チューブを上昇させるステップと、

第 1 部品の第 1 表面と第 1 部品の第 2 表面との間の距離の測定を第 2 測定として行うステップと、

第 1 部品の第 2 表面と第 2 部品の第 1 表面との間の空間を測定するステップとを含む、方法。

10

【請求項 1 1】

更に、チューブの第 1 端部の周りに配置される突出部が、第 1 部品の第 1 表面に接触して配置されるときに、測定デバイスをゼロ設定するステップを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

更に、チューブの第 1 端部が第 1 部品と第 2 部品との間の空間内に位置決めされるときに、チューブの第 1 端部を突出位置に突出させるステップを含む、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

チューブの第 1 端部を突出させるステップでは更に、ロッドをチューブ内に挿入して、チューブの第 1 端部を突出させる、請求項 1 2 に記載の方法。

20

【請求項 1 4】

空間を測定するステップでは、第 2 測定による値を第 1 測定による値から減算し、そしてフランジの厚さを考慮に入れる、請求項 1 0 乃至 1 3 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 5】

第 1 部品の第 1 表面と第 2 部品の第 1 表面との間の距離の測定を第 1 測定として行うステップ、及び第 1 部品の第 1 表面と第 1 部品の第 2 表面との間の距離の測定を第 2 測定として行うステップは、逆の順番で行われる、請求項 1 0 乃至 1 4 の何れか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本開示は、部品群の間の空間を測定する方法及び装置に関するものである。更に具体的には、本開示は、航空機部品群のような部品群の間の空間の測定に関するものであり、空間には、部品群のうちの 1 つの部品の穴を介して接近することができる。

【背景技術】

【0002】

航空機のような構造の製造では、異なる部品を組み付けて構造を形成する。特定の精度の取り付けが部品群の間で行われることが望ましいが、必ずしも可能ではない。例えば、航空機尾翼アセンブリの製造では、水平尾翼の外板を航空機フレームのスパ（桁）に取り付ける。外板及びスパは、部材群の間に空間を有することができる隣接部材の例である。

40

【0003】

シムは、隣接する部品間の空間に挿入することができる。特定の場合には、2 つの隣接する部品間の空間のサイズを、所望の精度で確認する作業は、空間に出来る限り所望の密着度で挿入することができるシムを設計するために必要になる。

【0004】

組み付け部品群の物理的構成によって、これらの部品間の空間を測定する際に困難が生じてしまう。例えば、作業者は、これらの部品間の空間に接近して空間の測定を行うことが難しくなる可能性がある。或る場合には、部品群の部分的解体を行って、空間に接

50

近することができる。他の場合では、部品群の内部に、または部品群の間に在る開口部への接近が制限される可能性がある。これらの状況では、測定が、所望の高い精度で行われない可能性がある。その結果、空間に合わせて製作されるシムが所望通りの密着度で挿入されない場合、シムを所望の挿入が実現するまで製作し直す、または取り替える必要がある。

【0005】

その結果、航空機の製造に、所望の時間及び費用よりも多くの時間及び費用を掛けて、部品群の間への所望の取り付けを実現することになる。従って、上に説明した問題のうちの1つ以上の問題だけでなく、起こり得る他の問題を考慮に入れた方法及び装置を有することができるれば有利である。

10

【発明の概要】

【0006】

本開示は、部品群の間の空間を測定する方法及び装置を提供する。本開示の1つの有利な実施形態では、測定する装置が提供される。装置は、細長部材を備える。細長部材の端部は、第1構造の穴を通して移動して、第1構造と第2構造との間に位置する空間に進入するように構成される。フランジは、細長部材から延出し、そして細長部材は、フランジが第1構造の穴から出た後に突出することにより、フランジが穴を通り抜けて戻ることができないように構成される。測定システムは、細長部材の端部の移動量を測定して、第1構造と第2構造との間の空間の長さを同定するように構成される。

20

【0007】

別の有利な実施形態では、空間を測定する装置は、チューブと、フランジと、ロッドと、そして測定デバイスと、を含む。チューブは第1端部を含む。チューブの第1端部は、後退位置と突出位置との間を移動するように構成される。チューブは更に、第1端部に近接する少なくとも1つの切り欠き部を含むことができる。フランジ及び第1端部は、第1部品の穴を、第1端部が後退位置にあるときに通過するように構成することができる。更に、フランジは、第1端部が突出位置にあるときにフランジの上側表面が第1部品の下側表面に接触するように構成することができる。ロッドは、チューブ内を移動するように配置することができる。ロッドは、ロッドがチューブに、第1端部に近接して挿入されるときにチューブを突出位置に移動させるように構成することができる。測定デバイスは、チューブの移動量を記録するように構成することができる。

30

【0008】

更に別の有利な実施形態では、第1部品と第2部品との間の空間を測定する方法が提供される。方法は、チューブの第1端部を、チューブの上に配置されるフランジの下側表面が第2部品の第1表面に接触するまで第1部品の穴を挿通させるステップと；第1部品の第1表面と第2部品の第1表面との間の距離の測定を第1測定として行うステップと；チューブを、チューブの上に配置されるフランジの上側表面が、第1部品の第2表面に接触するまで上昇させるステップと；第1部品の第1表面と第1部品の第2表面との間の距離の測定を第2測定として行うステップと；そして第1部品の第2表面と第2部品の第1表面との間の空間を測定するステップと、を含む。

40

【0009】

更に別の有利な実施形態では、第1部品と第2部品との間の空間を測定する方法が提供される。チューブの第1端部を、チューブの第1端部が第2部品の第1表面に接触するまで、第1部品の穴を挿通させる。測定デバイスは、チューブの第1端部が第2部品の第1表面に接触するときにゼロ設定される。チューブの第1端部の上に配置されるフランジの上側表面は、第1部品の第2表面に押圧配置される。第1部品の第1表面と第2表面との間の距離の測定が行われる。

【0010】

特徴、機能、及び利点は、本開示の種々の実施形態において個別に実現することができる、または更に他の実施形態において組み合わせることができ、これらの実施形態では、更なる詳細について以下の説明及び図面を参照しながら理解することができる。

50

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1】図1は、航空機製造及び整備方法を示す図を示している。

【図2】図2は、1つの有利な実施形態による航空機の図を示している。

【図3】図3は、1つの有利な実施形態による測定環境のブロック図を示している。

【図4】図4は、1つの有利な実施形態による尾翼アセンブリの図を示している。

【図5】図5は、1つの有利な実施形態による測定治具の断面図を示している。

【図6】図6は、1つの有利な実施形態による測定治具の断面図を示している。

【図7】図7は、1つの有利な実施形態による測定治具の断面図を別の図として示している。

10

【図8】図8は、1つの有利な実施形態による測定治具の断面図を別の図として示している。

【図9】図9は、1つの有利な実施形態による第1部品と第2部品との間の空間を測定するプロセスのフローチャートを示している。

【図10】図10は、1つの有利な実施形態による測定デバイスをゼロ設定するプロセスのフローチャートを示している。

【図11】図11は、1つの有利な実施形態による第1部品と第2部品との間の空間を測定するプロセスのフローチャートを示している。

【図12】図12は、1つの有利な実施形態による間隔のマップを作成するプロセスのフローチャートを示している。

20

【発明を実施するための形態】**【0012】**

これらの図面を更に詳細に参照するに、本開示の実施形態は、図1に示す航空機製造及び整備方法100、及び図2に示す航空機200に関連して記載することができる。図1を参照するに、有利な実施形態による航空機製造及び整備方法の図が描かれている。製造前段階では、航空機製造及び整備方法100において、図2の航空機200の仕様決定及び設計102、及び材料調達104を行うことができる。

【0013】

製造段階では、図2の航空機200の部品及びサブアセンブリ製造106、及びシステム統合108が行われる。その後、図2の航空機200は、証明書発行及び機体引き渡し110を経て、供用112に付される。顧客が供用112している間、図2の航空機200は、日常的なメンテナンス及び整備114を行うようにスケジュールリングされ、このメンテナンス及び整備114は、改修、再構成、改装、及び他のメンテナンスまたは整備を含むことができる。

30

【0014】

航空機製造及び整備方法100のプロセス群の各プロセスは、システムインテグレータ、サードパーティ、及び/又はオペレータによって行うことができるか、または実行することができる。これらの例では、オペレータは顧客とすることができる。この説明を進めるために、システムインテグレータとして、これらには限定されないが、何れかの数の航空機製造業者、及び航空機大手システムサブコントラクターを挙げることができ；サードパーティとして、これらには限定されないが、何れかの数のベンダー、サブコントラクター、及びサプライヤーを挙げることができ；そしてオペレータは、航空会社、リース会社、軍隊、航空機整備機関などとするすることができる。

40

【0015】

次に、図2を参照するに、有利な実施形態を実現することができる航空機の図が描かれている。この例では、航空機200は、図1の航空機製造及び整備方法100により製造され、そして複数のシステム204を搭載した機体202と、そして機内206と、を含むことができる。システム204の例として、推進システム208、電気システム210、油圧システム212、及び環境システム214のうちの一つ以上を挙げることができる。何れかの数の他のシステムを含めてもよい。航空宇宙用の例を示しているが、異なる有

50

利な実施形態は、自動車産業のような他の産業に適用することができる。

【0016】

本明細書において具体化される装置及び方法は、図1の航空機製造及び整備方法100の種々の段階のうち少なくとも1つの段階において用いることができる。本明細書において使用されるように、「at least one of」というフレーズは、複数のアイテムを列挙して使用される場合に、列挙されるこれらのアイテムのうち1つ以上のアイテムの異なる組み合わせを用いることができ、そして列挙されるアイテムの中の各アイテムの1つだけで済ませることができることを意味する。例えば、「at least one of item A, item B, and item C」は、例えばこれらには限定されないが、「item A (アイテムA)」または「item A and item B (アイテムA及びアイテムB)」を含むことができる。この例は更に、「item A, item B, and item C (アイテムA、アイテムB、及びアイテムC)」または「item B and item C (アイテムB及びアイテムC)」を含むことができる。

10

【0017】

1つの例示的な例では、図1の部品及びサブアセンブリ製造106において製造される部品群またはサブアセンブリ群は、航空機200を図1において供用112している状態で製造される部品群またはサブアセンブリ群と同様の方法で組み立てる、または製造することができる。更に別の例として、多くの装置実施形態、方法実施形態、またはこれらの組み合わせは、図1の部品及びサブアセンブリ製造106、及びシステム統合108のような製造段階において利用することができる。「number (多数)」とは、アイテム群に言及する場合には、1つ以上のアイテムを指す。例えば、多数の装置実施形態とは、1つ以上の装置実施形態である。多数の装置実施形態、方法実施形態、またはこれらの組み合わせは、航空機200を供用112している間に、そして/または図1のメンテナンス及び整備114中に利用することができる。多数の異なる有利な実施形態を使用することにより、航空機200の組み立てを大幅に促進することができる、そして/または航空機200のコストを大幅に低減することができる。

20

【0018】

例えば、異なる有利な実施形態のうち1つ以上の実施形態を使用して、部品群の間の空間の測定を、例えばこれに限定されないが、部品及びサブアセンブリ製造106の段階、及びシステム統合108の段階において行うことができる。

30

【0019】

異なる有利な実施形態では、多数の異なる考察事項を認識し、そして考慮に入れる。例えば、異なる有利な実施形態では、2つの部品間の空間への接近を、これらの部品内の穴を介して行うことができることを認識し、そして考慮に入れる。例えば、部品群の間の空間には、これらの部品のうち一方の部品内の穴を介して接近することができる。穴のサイズによっては、測定を行おうとする作業者は、治具を穴に挿入してこれらの部材間の空間の測定を行うことができない虞がある。

【0020】

異なる有利な実施形態では、手動隙間ゲージはこれらの状況における測定には不適切であることを認識し、そして考慮に入れる。この種類のゲージは、ゲージを、穴を通して収容して、空間の測定を行うことを阻止するような構成及び/又はサイズを有する。異なる有利な実施形態では、ゲージ用に十分なサイズを有する穴を拡大する、またはゲージ用に十分なサイズを有する新規の穴をドリル穿孔することは望ましくないことを認識し、そして考慮に入れる。

40

【0021】

異なる有利な実施形態では、接近が制限される構造内で空間測定を行うことができる治具、及び治具を使用する方法を有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。異なる有利な実施形態では、作業者が所望の精度で測定を行うことができる治具、及び治具を使用する方法を有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。異なる

50

有利な実施形態では、作業者が、複数位置の複数回測定を、現在のシステムと比べてより迅速に、かつより正確に行うことができるようにする方法及び装置を有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。

【0022】

異なる有利な実施形態では、公知の方法を使用した部品群の間の空間の測定が、特に接近が制限される構造内では困難である、または不可能であることを認識し、そして考慮に入れる。隙間ゲージのような測定治具を配置するときに通す際に必要な余裕が不十分である可能性がある。更に、異なる有利な実施形態では、接近通路またはマンホールを、航空機アセンブリのような特定の構造物内に切断形成して、物理的接近を可能にすることは望ましくないことを認識し、そして考慮に入れる。異なる有利な実施形態では更に、複数の位置の複数の空間を、公知の方法を使用して測定することは、面倒であり、かつ多大な時間を要するプロセスであることを認識し、そして考慮に入れる。

10

【0023】

このように、異なる有利な実施形態は、部品群の間の空間を測定する方法及び装置を提供する。装置は、細長部材と、細長部材から延出するフランジと、そして測定システムと、を備える。細長部材の1つの端部は、第1構造内の穴を通して移動して、第1構造と第2構造との間に位置する空間に入り込むように構成される。細長部材は、フランジが穴から出て空間に入り込んだ後に突出して、フランジが穴を通して元に戻れなくなるように構成される。測定システムは、細長部材の端部の移動を測定して、第1構造と第2構造との間の空間の長さを特定するように構成される。

20

【0024】

次に、図3を参照するに、測定環境を示すブロック図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例では、測定環境301は測定治具313を含み、測定治具313は、アセンブリ302に装着して使用することができる。図3に示す有利な実施形態では、測定治具313は、アセンブリ302の第1部品303と第2部品311との間に存在する空間309を測定するように装着される。

【0025】

測定治具313はチューブ314を含む。チューブ314は、略細長部材を含むことができる。有利な実施形態では、チューブ314は、第1端部317を含む中空チューブとすることができる。チューブ314の第1端部317は、突出位置315と後退位置316との間で前後に移動することができる。フランジ320は、チューブ314の第1端部317に近接配置することができる。フランジ320は、上側表面321と、そして下側表面322と、を含むことができる。更に、フランジ320は、厚さ323、及びフランジ直径335により特徴付けることができる。

30

【0026】

測定治具313は更に、ロッド324を含むことができる。チューブ314は、中空チューブを画定する場合には、通路331を画定することができる。ロッド324は、チューブ314の通路331内に配置することにより、ロッド324が、チューブ314内を略直線移動で移動することができる。別の表現をすると、ロッド324は、チューブ314の中心を通過して延びる軸に沿って移動することができる。ロッド324は従って、ロッド324の少なくとも一部が、チューブ314の第1端部317に近接するように移動することができる。有利な実施形態では、チューブ314は、ロッド324がチューブ314内に配置されない場合に後退位置316を採るように構成することができる。ロッド324をチューブ314内に配置して、ロッド324の一部が、チューブ314の第1端部317に近接配置されるようになると、チューブ314を突出位置315に移動させることができる。ロッド324をチューブ314から取り出すことにより、チューブ314を後退位置316に戻すことができる。

40

【0027】

有利な実施形態では、チューブ314は、外形が略円形である。しかしながら、チューブ314は、他の外形を採ることができ、曲線形状、及び例えば六角形または八角形のよ

50

うな角のある形状の両方の形状を採ることができる。1つの有利な実施形態では、ロッド324は、略円筒体の形状とすることができるが、ロッド324は他の形状を採ることができる。通路331は、ロッド324を収容し、かつロッド324が通路331内を移動することができるような形状に構成することができる。ロッド324は、チューブ314内を略直線方向に移動することができる。通路331は、チューブ314の第1端部317から別の開口(図示せず)にまで延在することができる。これにより、ロッド324をチューブ314に挿入することができる。

【0028】

有利な実施形態では、測定治具313は更に、突出部325を含むことができる。突出部325は、チューブ314の第1端部317をほぼ取り囲むように配置することができる。チューブ314の第1端部317は、突出部325に進入し、そして突出部325から退出することができる。収納位置326では、チューブ314の第1端部317は、突出部325内に配置される。更に、収納位置326では、フランジ320の下側表面322は、突出部325の接触面336に略平行である。チューブ314の第1端部317は、突出部325から、収納位置326から離れる方向に飛び出すことができる。1つ以上のスタビライザー351は、突出部325に近接配置することができる。スタビライザー351は、測定治具313の位置決めに使用することができる。

【0029】

突出部325は、チューブ314、第1端部317、及びフランジ320を保護する機能を提供することができる。更に、突出部325は、測定治具313を第1部品303に対して直角に配置する、または位置合わせして、測定を本明細書において説明されるように行う機能を提供することができる。更に、突出部325は、第1部品303に接触して、測定治具313の一連の測定及び移動のスタート位置を与える機能を提供することができる。

【0030】

測定治具313は更に、測定デバイス327を含むことができる。測定デバイス327は、本明細書において詳細に説明されるように、測定を行う何れかの適切な測定装置を含むことができる。例えば、測定デバイス327は、チューブ314の直線移動を測定する測定デバイスを含むことができる。測定デバイス327は、単なる一例として、レーザ治具、マイクロメータ、またはダイヤルゲージを含むことができる。測定デバイス327は、ゼロ設定され、そして複数の測定を、測定治具313の使用中进行うように構成することができる。例えば、チューブ314の第1端部317が収納位置にある場合、測定デバイス327はゼロ位置328に位置することができる。第1測定329及び第2測定330は、測定治具313を、本明細書において詳細に説明されるように、異なる構成になるようにする場合に行うことができる。

【0031】

有利な実施形態では、測定治具313は更に、ハウジング341を含み、このハウジング341は、チューブ314、フランジ320、ロッド324、及び測定デバイス327を含む測定治具313の構成部品群をほぼ取り囲み、そして保護することができる。

【0032】

1つの有利な実施形態では、測定治具313は、手作業治具の概略形状を採ることができる。例えば、手作業治具は、作業者によって手動で普通に使用される治具とすることができる。別の有利な実施形態では、測定治具313は、ロボットアームに接続される治具のような自動治具の形状を採ることができる。

【0033】

測定治具313は、所望の測定動作をアセンブリ302に対して行う何れかの適切な治具とすることができる。1つの有利な実施形態では、アセンブリ302は、例えば航空機のアセンブリのような部品群または構造群から成るアセンブリとすることができる。1つの有利な実施形態では、測定治具313を使用して、アセンブリ302の第1部品303と第2部品311との間に存在する空間309を測定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

アセンブリ 3 0 2 は、第 1 部品 3 0 3 と、そして第 2 部品 3 1 1 と、を含むことができる。第 1 部品 3 0 3 は、第 1 表面 3 0 7 及び第 2 表面 3 0 8 を含む表面 3 0 6 を有する。第 2 部品 3 1 1 は、第 1 表面 3 1 2 を有する。空間 3 0 9 は、第 1 部品 3 0 3 の第 1 表面 3 0 7 と第 2 部品 3 1 1 の第 1 表面 3 1 2 との間に位置する。第 1 部品 3 0 3 は更に、穴 3 0 4 を有することができる。穴 3 0 4 は直径 3 0 5 を有する。シム 3 1 0 は、図 3 の影線で示されている。シム 3 1 0 は、シム 3 1 0 を、第 1 部品 3 0 3 と第 2 部品 3 1 1 との間に存在する空間 3 0 9 に挿入することが望ましいような部材を表わす。

【 0 0 3 5 】

図 3 の測定環境 3 0 1 は、有利な実施形態を実現することができる態様に物理的な、または構造上の制約があることを示すために図示されているのではない。図示される構成要素群の他に、そして/または代わりに、他の構成要素群を使用してもよい。幾つかの構成要素は、不要とすることができる。また、ブロック群を提示して、幾つかの機能的構成要素を示している。これらのブロックのうちの一つ以上のブロックは、有利な実施形態において実装される場合に、組み合わせることができる、そして/または異なるブロックに分割することができる。

10

【 0 0 3 6 】

有利な実施形態では、測定治具 3 1 3 は、略矩形のハウジング 3 4 1 を含み、このハウジング 3 4 1 は、測定治具 3 1 3 の他の形状部を収容する。ハウジング 3 4 1 は、測定デバイス 3 2 7、突出部 3 2 5、及びフランジ 3 2 0 を収容することができる。別の有利な実施形態では、アセンブリ 3 0 2 は、第 1 部品 3 0 3 に対応する第 1 構造と、そして第 2 部品 3 1 1 に対応する第 2 構造と、を含む。航空機外板は、第 1 部品 3 0 3 または第 1 構造の一例とすることができ、そして航空機スパー（桁）は、第 2 部品 3 1 1 または第 2 構造の一例とすることができる。

20

【 0 0 3 7 】

次に、図 4 を参照するに、測定治具 4 0 6 の図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例では、測定治具 4 0 6 は、図 3 にブロック形で図示される測定治具 3 1 3 の物理的形態の一例である。

【 0 0 3 8 】

この例示的な例では、測定治具 4 0 6 は、航空機 4 0 1 の尾翼アセンブリ 4 0 2 に接続して使用される。航空機 4 0 1 は、図 2 の航空機 2 0 0 の一つの物理的形態の例である。尾翼アセンブリ 4 0 2 は水平尾翼 4 0 3 を含む。水平尾翼 4 0 3 は、外板 4 0 4 及びスパー 4 0 5 を含む。スパー 4 0 5 を破線で示して、スパー 4 0 5 を外板 4 0 4 の下方に配置することができる様子を示している。外板 4 0 4 及びスパー 4 0 5 は、この例では、図 3 の第 1 部品 3 0 3 及び第 2 部品 3 1 1 の一例を示している。

30

【 0 0 3 9 】

製造プロセスを使用して、外板 4 0 4 をスパー 4 0 5 に取り付けることができる。測定治具 4 0 6 を使用して、測定を行うことができる。この例では、測定治具 4 0 6 は、水平尾翼 4 0 3 の外板 4 0 4 の上に配置される。測定治具 4 0 6 は、チューブ（図示せず）が穴を通過して、外板 4 0 4 とスパー 4 0 5 との間の空間を測定するように配置することができる。図 4 では、直線 5 - 5 は、以下に図 5 に示す断面図の切断線を表している。

40

【 0 0 4 0 】

図 4 は更に、この例に示すように、測定治具 4 0 6 の形状部群のうち幾つかの形状部を示している。測定治具 4 0 6 はハウジング 4 3 1 を含むことができ、ハウジング 4 3 1 は普通、測定治具 4 0 6 を保護するように構成される。ハウジング 4 3 1 は普通、測定治具 4 0 6 の構成部品群を取り囲む。

【 0 0 4 1 】

スイッチ 4 3 2 は、ハウジング 4 3 1 の上に配置することができる。スイッチ 4 3 2 は、ゼロ設定する、第 1 測定を行う、そして第 2 測定を行うように、本明細書において説明される測定作業を行うために使用することができる。

50

【 0 0 4 2 】

更に、測定治具 4 0 6 はプラグ 4 3 3 を含むことができる。プラグ 4 3 3 は、測定治具 4 0 6 との接続を可能にして、図示されていない他の付属品を差し込むことができる。従って、プラグ 4 3 3 に、電力接続端子、データ接続端子、またはデジタル接続端子、及び動力接続線を差し込むことができる。測定治具 4 0 6 への動力は、これらには限定されないが、空気圧、油圧動力、及び電気動力のような種々の形態を採ることができる。

【 0 0 4 3 】

次に、図 5 を参照するに、図 4 に示す測定治具の図が描かれている。図 5 は、図 4 の断面線 5 - 5 に沿った断面図を示している。この図では、測定治具 4 0 6 は、突出部 5 0 2 と、チューブ 5 0 3 と、そしてフランジ 5 1 2 と、を含む。また、図 4 に示すように、測定治具 4 0 6 は、ハウジング 4 3 1 と、スイッチ 4 3 2 と、そしてプラグ 4 3 3 と、を含む。図 5 に更に示されるのは、スタビライザー 5 6 1 であり、これらのスタビライザー 5 6 1 を使用して、測定治具 4 0 6 を航空機外板 4 0 4 の上に詳細に位置決めすることができる。測定治具 4 0 6 のハウジング 4 3 1 内には、センサ 5 6 3 及び空気圧アクチュエータ 5 6 5 が収容される。センサ 5 6 3 は、本明細書において説明される測定デバイスを含む。空気圧アクチュエータ 5 6 5 は、チューブ 5 0 3 を、空気圧を利用して移動させることができる手段の有利な実施形態を含む。

10

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、フランジ 5 1 2 は、チューブ 5 0 3 の第 1 端部 5 1 1 に接続される。チューブ 5 0 3 の第 1 端部 5 1 1 は後退位置にある。後退位置では、フランジ 5 1 2 の直径によって、フランジ 5 1 2 が航空機外板 4 0 4 の穴 5 1 0 を通過することができるようになっている。好適には、後退位置では、フランジ 5 1 2 の直径は、穴 5 1 0 の直径よりも短いか、または穴 5 1 0 の直径に略等しい。航空機外板 4 0 4 をスパー 4 0 5 に対して位置決めして、空間 5 0 9 を外板 4 0 4 とスパー 4 0 5 との間に画定する。フランジ 5 1 2 は、第 1 部品 5 0 4 の第 1 表面 5 0 6 の下方を移動しているが；フランジ 5 1 2 は、第 1 部品 5 0 4 の第 2 表面 5 0 7 よりも上方に位置する。フランジ 5 1 2 は、第 2 部品 5 0 5 の第 1 表面 5 0 8 の上方に留まっている。

20

【 0 0 4 5 】

図 5 を参照し続けると、測定治具 4 0 6 の物理寸法は変化し得る。有利な実施形態では、ハウジング 4 3 1 は、略矩形の形状、または箱状の形状を備える。ハウジング 4 3 1 の底面及び上面の寸法は、略等しく、かつ略正方形に設定される。代表的な幅 w には所定の参照番号 5 5 5 が付され、そして幅 w は、約 1 . 5 ~ 約 3 . 0 インチの範囲で変化することができる。参照番号 5 5 7 で示されるハウジング 4 3 1 の長さは、約 6 ~ 約 8 インチの範囲で変化することができる。

30

【 0 0 4 6 】

測定治具 4 0 6 により得られる測定値に関して、測定値の精度も変化する可能性がある。測定治具 4 0 6 を使用して外板 4 0 4 とスパー 4 0 5 との間の空間を測定する有利な実施形態では、測定は、約 0 . 0 0 5 インチ未満のバラツキで行うことができる。有利な実施形態では、ソニーコーポレーション製の測定センサを使用する。測定センサは、部品番号 S R 1 1 8 で表示される M a g n e s c a l e (登録商標) S e r i e s L i n e a r E n c o d e r (マグネスケールシリーズリニアエンコーダ) である。センサによって、直線移動量の測定を、電気及び/又は磁気検出を利用して行う。

40

【 0 0 4 7 】

図 5 の穴 5 1 0 のような代表的な穴もまた、変化し得る寸法を有する。例えば、略円筒形の断面とすることができる穴 5 1 0 は、変化し得る直径及び長さを有することができる。穴 5 1 0 は更に、図 5 の向きに対して略垂直な方向を有するものとして描かれているが；穴 5 1 0 の向きは傾けてもよい。別の表現をすると、穴 5 1 0 の中心軸(図示せず)は、航空機外板 4 0 4 の第 1 表面 5 0 6 と 9 0 度以外の或る角度をなすように設定することができる。穴 5 1 0 は、ファスナーまたは他の構造を、穴を通して収容するようにドリル穿孔して形成されている穴とすることができる。有利な実施形態では、穴 5 1 0 は、約 0

50

． 1 2 5 ～ 約 0 . 5 インチの範囲の図 3 の穴径 3 0 5 により特徴付けられる。チューブ 5 0 3 は、チューブ 5 0 3 を穴 5 1 0 に挿通することができるような直径を含むことができるので、チューブ 5 0 3 の直径は、穴 5 1 0 に関して説明した通りに変化することができる。突出部 5 0 2 は、種々の外形形状を採ることができる。有利な実施形態では、突出部 5 0 2 は略円筒形である。突出部 5 0 2 は、記号「d」で示される直径 5 5 9 を含むことができ、この直径 5 5 9 によって、突出部 5 0 2 が、穴 5 1 0 に入り込むのを阻止している。有利な実施形態では、突出部 5 0 2 は、約 1 ～ 約 3 インチの範囲の直径 5 5 9 を含む。

【 0 0 4 8 】

次に、図 6 , 7 , 及び 8 を参照するに、測定治具 4 0 6 の一部を示す幾つかの図が、有利な実施形態に従って描かれている。図 6 , 7 , 及び 8 は、空間 6 0 6 を測定するために使用される異なる位置にある測定治具 4 0 6 の一部を示している。

10

【 0 0 4 9 】

まず、図 6 を参照するに、ハウジング 4 3 1、突出部 5 0 2、センサ 5 6 3、及び空気圧アクチュエータ 5 6 5 のような、測定治具 4 0 6 の幾つかの構造は、測定が行われる様子を分かり易く示すために図示されていない。測定治具 4 0 6 の一部または或る部分のみを描いて、測定が行われる様子を示している。図 6 , 7 , 及び 8 は更に、航空機の外板 4 0 4 及びスパー 4 0 5 に対応する第 1 部品 6 0 4、第 2 部品 6 0 5、及び空間 6 0 6 のような構造を描いている。

【 0 0 5 0 】

図示のように、測定治具 4 0 6 内のチューブ 6 0 1 は、穴 6 3 0 を通って空間 6 0 6 に入り込むように延出している。チューブ 6 0 1 の第 1 端部 6 0 2 は、第 1 部品 6 0 4 の第 1 表面 6 0 7 を通り過ぎていて、ロッド 6 1 1 は、チューブ 6 0 1 の通路 6 1 2 に挿入されている。ロッド 6 1 1 は、ロッド 6 1 1 の一部が、チューブ 6 0 1 の第 1 端部 6 0 2 に近接配置されるように挿入されている。ロッド 6 1 1 をこのように位置決めすることにより、チューブ 6 0 1 の第 1 端部 6 0 2 が後退位置から突出位置に移動するようになる。

20

【 0 0 5 1 】

スロット 6 1 0 によって、第 1 端部 6 0 2 を突出位置に移動させることができる。突出位置では、フランジ 6 0 3 の直径はこの時点で、穴 6 3 0 の直径よりも大きくなっている。突出位置では、フランジ 6 0 3 は、穴 6 3 0 を通り抜けることができない。図 6 では、フランジ 6 0 3 が、第 1 部品 6 0 4 または第 2 部品 6 0 5 の表面に未だ全く接触していないことにも注目されたい。図 6 に示すように、チューブ 6 0 1 の第 1 端部 6 0 2 は、第 1 部品 6 0 4 と第 2 部品 6 0 5 との間に位置している。空間 6 0 6 は、第 1 部品 6 0 4 の第 2 表面 6 0 8 と第 2 部品 6 0 5 の第 1 表面 6 0 9 との間に在る。図 6 に示す位置では、フランジ 6 0 3 の上側表面 6 2 1 及び下側表面 6 2 2 は、第 1 部品 6 0 4 または第 2 部品 6 0 5 に接触していない。

30

【 0 0 5 2 】

次に、図 7 を参照するに、別の位置にある測定治具を示す図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、測定治具 4 0 6 のチューブ 6 0 1 は、図 6 におけるよりも更に突出している。チューブ 6 0 1 は、第 1 部品 6 0 4 の第 1 表面 6 0 7、及び第 1 部品 6 0 4 の第 2 表面 6 0 8 よりもずっと下方に移動している。チューブ 6 0 1 の移動は、穴 6 3 0 を通過する移動を含む。ロッド 6 1 1 (図示せず) は通路 6 1 2 内に収まったままである。第 1 端部 6 0 2 のフランジ 6 0 3 はこの時点で、第 2 部品 6 0 5 に接触している。更に具体的には、フランジ 6 0 3 の下側表面 6 2 2 は、第 2 部品 6 0 5 の第 1 表面 6 0 9 に接触している。フランジ 6 0 3 の上側表面 6 2 1 は、表面に接触していない。図 7 の位置に移動する際、チューブ 6 0 1 は、突出位置から完全に離れたところまで移動していないので、スロット 6 1 0 は、図 6 のこれらのスロットの位置から動いていない。この時点で、図 3 の第 1 測定 3 2 9 のような第 1 測定が行われる。

40

【 0 0 5 3 】

次に、図 8 を参照するに、別の位置にある測定治具の図が、有利な実施形態に従って描

50

かされている。図示のように、測定治具406は、図7から位置が変わっている。チューブ601は、第2部品605から離れる方向に移動しており、そしてこの時点では、第1部品604に接触している。更に具体的には、フランジ603の上側表面621は、第1部品604の第2表面608に接触している。フランジ603の下側表面622は、表面には全く接触していない。フランジ603は、第2部品605の第1表面609よりも上方に位置している。図7の位置から図8の位置に移動する際、フランジ603は、空間606を通過して、第1部品604に向かう方向に更に移動している。チューブ601の移動は、穴630を通過する移動を含む。この位置では、図3の第2測定330のような測定を行うことができる。図8では、突出位置にあるフランジ603が、穴630を自由に通過することができないので、フランジ603は第1部品604に接触するようになることに注目されたい。従って、チューブ601が、チューブの図7の位置からチューブの図8の位置に引き上げられると、フランジ603が第1部品604に接触するようになり、そしてチューブ601が上方の垂直方向に（図8の向きに対して）更に移動するのが抑制されている。

10

20

30

40

50

【0054】

チューブ601を図8の位置から引き抜こうとする場合、チューブ601は後退位置に移動させることができる。これは、ロッド611をチューブ601から引き抜くことにより行うことができる。ロッド611を引き抜くことにより、チューブ601をチューブの元の状態または静止状態に、すなわち後退位置に変化させる、または遷移させることができる。スロット群610は、この遷移が可能になるように作動する。後退位置では、フランジ603の直径は、直径によって、フランジ603及びチューブ601が、第1部品604を通過して移動することができるような大きさになる。

【0055】

図5～8に関する上の説明では、チューブ601の第1端部は、チューブが、静止状態にある、またはチューブの元の状態になっているときに、後退位置にあるものとして説明してきた。チューブ601は、ロッド611をチューブ601に挿入することにより突出位置に移動し、そして次に、チューブ601は、ロッド611をチューブ601から取り出すことにより後退位置に移動する。他の構成を用いることができることに留意されたい。例えば、チューブ601は、静止状態にあるときに突出位置に位置するように構成することができる。この例では、チューブ601は、摺動スリーブのような圧迫部材（図示せず）をチューブ601の第1端部602の外部位置を覆うように配置することにより、後退位置に移動させることができる。圧迫部材は、圧迫部材でチューブ601の第1端部602を挟んで圧迫して、第1端部602を移動させることができるような直径を有するように構成することができる。

【0056】

図8を参照し続けると、有利な実施形態に従って行われる測定は、第1測定805及び第2測定807として図示される。フランジ603が図7に示す位置にあるときに行われる第1測定805による測定値は、第1部品604の第1表面607と第2部品605の第1表面609との間の距離を表わす。第1測定805は、チューブ601が第1表面607から第1表面609に移動する直線移動量の測定として、図5のセンサ563によって行うことができる。フランジ603が図8に示す位置にあるときに行われる第2測定807による測定値は、第2部品605の第1表面609と第1部品604の第2表面608との間の距離を表わす。第2測定807は、チューブ601が第1表面609から第2表面608に移動する直線移動量の測定として、図5のセンサ563によって行うことができる。第1測定805及び第2測定807の精度は、フランジ603が図3におけるような収納位置326にあり、かつ突出部325が図3におけるようなゼロ位置328にあるときにチューブ601をゼロ設定することにより向上させることができる。測定治具406をゼロ設定するステップについて、本明細書では、以下の図10に説明される測定方法に関連して詳細に説明する。

【0057】

第1表面609と第2表面608との間の距離を表わす空間809は、第2測定値807を第1測定値805から減算するとともに、更に、フランジ603の図3におけるような厚さ323を考慮に入れることにより測定することができる。空間809を測定する際、第2測定値807は、フランジ603により制約されるチューブ601の移動量の影響を受けるので、厚さ323を考慮に入れる必要がある。図8では、フランジ603の上側表面621が第2表面608に接触するのに対し、図7では、フランジ603の下側表面622が第1表面609に接触する。フランジ603の図3におけるような厚さ323は既知の量とすることができる。

【0058】

図5～8の図は、1つの有利な実施形態を示しており、測定治具を装着することができる態様、または測定を行うことができる態様を限定するために示しているのではない。図6、7、及び8に示すような、測定治具406における移動の順番は、1つの有利な実施形態の例示に過ぎない。図8の測定は、これらの測定が、測定治具406の移動に追従しているので効率的に行われ、従ってどのようにして測定を効率的に行うことができるかについて表わしている例である。

10

【0059】

例えば、航空機水平尾翼の複数の穴を測定する場合、測定治具は、穴から穴へ移動し、そして異なる穴に入り込み、そして異なる穴から出てくる。しかしながら、別の例では、1つの測定は、測定値が、第2部品605の第1表面609から第1部品604の第2表面608へのチューブ601の移動量を含むように行うこともできる。別の実施形態では、1つの測定は、第1部品604の第2表面608から第2部品605の第1表面609へのチューブ601の移動量を含むように行うことができる。他の種類の測定を行うこともできる。

20

【0060】

図6、7、及び8の有利な実施形態についての説明では、チューブ601の第1端部602の過渡的な移動は、スロット群610を、チューブ601の第1端部602に配置することにより容易になる。チューブ601は、複数のスロット610を有するように形成することができる。1つの有利な実施形態では、スロット群610は、チューブ601の切り欠き部を含み、これらの切り欠き部は略垂直方向に延びている。スロット群610の数、サイズ、及び配置は、後退位置から突出位置に、そして後退位置に戻るチューブ601の第1端部602の過渡的な移動を容易にすることができるように選択することができる。

30

【0061】

チューブ601及び測定治具406は普通、本明細書において説明される機能を可能にする何れの方法によっても構成することができる。一般的に、金属及び金属合金は、説明される測定治具406の構造に関して許容可能な材料となる。アルミニウム合金は、測定治具406及びチューブ601を構成することができる材料の一例である。使用することができる金属の他の例として、スチール合金、ニッケルスチール合金、チタン、及びチタン合金を挙げることができる。プラスチック、セラミック、及び複合材のような他の材料を使用することもできる。

40

【0062】

次に、図9を参照するに、測定プロセスのフローチャートの図が、1つの有利な実施形態に従って描かれている。プロセスは、参照番号900で一括指示され、そして第1部品と第2部品との間の空間を測定するプロセスとすることができる。プロセスの1つの例では、図4に示す尾翼アセンブリの水平尾翼の外板とスパーとの間の空間を測定することができる。方法は、例えば図3のアセンブリ302に相互接続される測定治具313を使用して行うことができ、そして以下の参照番号は、これらの図の構造群及び形状部群を指している。

【0063】

プロセス900は、チューブ314の第1端部317を後退位置316に移動させる（

50

操作 901) ことから始めることができる。1つの有利な実施形態では、チューブ 314 の第 1 端部 317 を、何もしないで後退位置 316 に置くことができる。他の実施形態では、複数ステップを行って、第 1 端部 317 を後退位置 316 に移動させる必要がある。1つの例では、圧迫部材またはスリーブが摺動して第 1 端部 317 に接近することにより、第 1 端部 317 を後退位置 316 に移動させる。

【0064】

次のステップでは、チューブ 314 の第 1 端部 317 を、アセンブリ 302 の第 1 部品 303 の穴 304 に挿入する (操作 902)。チューブ 314 の第 1 端部 317 に接続されるフランジ 320 は、後退位置 316 において、穴 304 を通過するようなサイズになっている。1つの有利な実施形態では、穴 304 はファスナー穴であり、このファスナー穴は、第 1 部品に設けるか、または形成される。1つの例として、第 1 部品 303 は、航空機外板を含むことができ、そして穴 304 は、外板に形成されるファスナー穴を含む。

10

【0065】

次のステップでは、チューブ 314 を、フランジ 320 の下側表面が第 2 部品 311 の第 1 表面 312 に接触するまで、第 1 部品 303 の穴 304 を通って降下または移動させる (操作 903)。1つの有利な実施形態では、第 2 部品 311 はスパー群 405 を含むことができ、これらのスパー 405 に、航空機外板 404 を取り付けることになる。第 1 測定 329 をこの時点で行うことができる (操作 904)。

【0066】

次のステップでは、チューブ 314 の第 1 端部 317 を後退位置 316 から突出位置 315 に移動させる (操作 905)。後退位置 316 から突出位置 315 への移動は、ロッド 324 をチューブ 314 の通路 331 に挿入することにより行うことができる。ロッド 324 が、チューブ 314 の第 1 端部 317 に近接する位置に移動すると、チューブ 314 の第 1 端部 317 が突出位置 315 に移動する。

20

【0067】

次のステップでは、チューブ 314 の第 1 端部 317 を、フランジ 320 の上側表面 321 が第 1 部品 303 の第 2 表面 308 に接触するまで、上昇または移動させる (操作 906)。突出位置 315 では、フランジ 320 は、穴 304 よりも大きいフランジ直径 335 を有しているので、フランジ 320 が穴 304 を通過することが阻止される。第 2 測定 330 をこの時点で行うことができる (操作 907)。

30

【0068】

次のステップでは、第 1 部品 303 と第 2 部品 311 との間の空間 309 を測定する (操作 908)。空間 309 は、第 2 部品 311 の第 1 表面 312 と第 1 部品 303 の第 2 表面 308 との間の距離を含む。1つの有利な実施形態では、空間 309 の測定は、第 2 測定値 330 を、フランジ 320 の厚さ 323 を考慮に入れて第 1 測定値 329 から差し引いたときの差である。

【0069】

第 1 測定 (操作 904) 及び第 2 測定 (操作 907) におけるような測定は、公知の測定デバイスを用いて行うことができる。公知の測定デバイスは、レーザ測定器、直線移動測定装置、ダイヤルゲージ、及びマイクロメータを含む。1つの測定値は、例えば位置指示値だけでなくチューブの移動量測定値の両方を含むことができる。

40

【0070】

次のステップでは、チューブ 314 の第 1 端部 317 を後退位置 316 に移動させる (操作 909)。1つの有利な実施形態では、操作 909 は、ロッド 324 をチューブ 314 の通路 331 から取り出すことにより行うことができる。これにより、チューブ 314 の第 1 端部 317 を、後退位置 316 であるチューブの弛緩状態または元の状態に戻すことができる。後退位置 316 では、フランジ 320 は、穴 304 の直径 305 よりも小さいフランジ直径 335 を有することになり、そしてチューブ 314 を、穴 304 を通して引き抜くことができる。

【0071】

50

次のステップでは、上記一連の操作を他の穴位置に対して繰り返すことができる（操作 910）。外板 404 とスパー群 405 との間の空間の測定を行う有利な実施形態では、一連の操作を、外板 404 内の複数の穴に対して繰り返すことができる。

【0072】

このようにして、外板と下に位置するスパー、または一連のスパーとの間の空間のマッピングを行うことができる。マッピングは、複数の穴位置の各穴位置で測定される間隔を表わす。間隔情報を更に、コントローラ、メモリ、または他のコンピュータ支援装置に転送して間隔情報を、図 13 を参照しながら本明細書において詳細に説明されるように、記録し、そして処理することができる。次に、間隔情報を使用して、空間 309 に挿入されるシム 310 を設計し、そして適合させることができる。

10

【0073】

次に、図 10 を参照するに、測定デバイスをゼロ設定するプロセスのフローチャートの図が描かれている。図 10 の方法は、この場合も同じように、図 3 の測定治具 313 及びアセンブリ 302 に関連して行うことができ、そして図 3 の形状部に関連して記載される。プロセスは、参照番号 1000 で一括指示される。図 10 のステップ群は、図 9 に示すステップ群に関連して行うことができる。1つの操作では、チューブ 314 の第 1 端部 317 を突出部 325 の収納位置 326 に収納する（操作 1001）。

【0074】

次に、突出部 325 を、突出部 325 の接触面 336 が第 1 部品 303 の第 1 表面 307 に接触するまで降下させる（操作 1002）。その後、測定デバイス 327 をゼロ位置 328 にゼロ設定し（操作 1003）、プロセスはその後、終了する。図 10 のステップ群の有利な実施形態では、測定治具 313 の突出部 325 を、航空機外板の上側表面に接触するように配置する。この場合、フランジ 320 の下側表面 322 は、収納位置 326 の突出部 325 の接触面 336 に略位置合わせされる。測定装置を位置でゼロ設定する。

20

【0075】

次に、図 11 を参照するに、部品群の間の空間を測定するプロセスのフローチャートの図が描かれている。プロセスは、参照番号 1100 で一括指示される。この場合も同じように、ステップ群は、図 3 の構成要素群に関連して記載される。まず、チューブ 314 を、穴 304 を通って、フランジ 320 の下側表面 322 が第 2 部品 311 の第 1 表面 312 に接触するまで降下させる（操作 1101）。この位置では、測定デバイス 327 をゼロ設定する（操作 1102）。次に、チューブ 314 を、フランジ 320 の上側表面 321 が第 1 部品 303 の第 2 表面 308 に接触するまで上昇させる（操作 1103）。測定は、チューブ 314 が、ステップ 1103 の位置にあって、フランジ 320 の上側表面 321 が第 1 部品 303 の第 2 表面 308 に接触している状態で行い（操作 1104）、プロセスはその後、終了する。

30

【0076】

次に、図 12 を参照するに、部品群の間の空間のマッピングを作成するプロセスのフローチャートの図が描かれている。フローチャートは、この場合も同じように、図 3 において説明される構成要素群に関連して記載される。プロセスは、参照番号 1200 で一括指示される。プロセスの 1つのステップでは、測定治具 313 を第 1 穴の位置に位置決めする（操作 1201）。第 1 穴位置における空間を測定する（操作 1202）。この空間は、第 1 部品 303 と第 2 部品 311 との間の空間、例えば航空機アセンブリの航空機外板とスパーとの間の間隔を表わす。空間をデータベースに記録する（操作 1203）。次のステップでは、測定治具 313 を第 2 穴位置に位置決めする（操作 1204）。空間を第 2 穴の位置で測定する（操作 1205）。空間は、データベースに記録することができる（操作 1206）。次のステップでは、間隔のマッピングを作成し（操作 1207）、プロセスはその後、終了する。間隔のマッピングをこのようにして、多数の穴に対して作成することができることを理解されたい。

40

【0077】

異なる図示の実施形態におけるフローチャート及びブロック図は、装置、方法、及びコ

50

ンピュータプログラム製品の幾つかの可能な実施形態のアーキテクチャ、機能、及び操作を示している。この点に関して、これらのフローチャートまたはブロック図における各ブロックは、モジュール、セグメント、操作を表わす、またはコンピュータ可用または可読プログラムコードのうち、指定機能または機能群を実行する1つ以上の実行可能命令を含む部分を表わすことができる。ブロック群のうちの幾つかのブロックは、ヒューマンオペレータ、マシン、または他のタイプのオペレータによって実行することができる。

【0078】

幾つかの別の実施形態では、ブロックに記述される機能または機能群は、これらの図に記載される順番とは異なる順番で行うことができる。例えば、或る場合には、連続して示される2つのブロックは、略同時に実行することができる、またはこれらのブロックは、実行される機能によって異なるが、逆の順番で実行してもよい場合がある。

10

【0079】

本明細書において説明される本開示の有利な実施形態では、測定治具が提供され、測定治具は、作業者が第1部品と第2部品との間の空間の測定を行うことができるように位置決めされ、この場合、空間への接近は制約を受ける、または制限される。測定治具は、例えばチューブ、突出部、フランジ、ロッド、及び/又は測定デバイスを含むことができる。チューブ、突出部、ロッド、及び/又は測定デバイスは、ハウジングに収容することができる。チューブは第1端部を含み、そしてチューブの第1端部は、後退位置と突出位置との間を移動するように構成される。チューブは更に、第1端部に近接する少なくとも1つの切り欠き部を含むことができる。切り欠き部は、チューブに沿って長さ方向に形成される多数のスロットを含むことができる。フランジは、第1端部に近接して配置することができる。フランジは、上側表面及び下側表面を有することができ、そしてフランジは、或る厚さによって特徴付けることができる。フランジ及び第1端部は、第1部品の穴を、第1端部が後退位置にあるときに通過するように構成することができる。更に、フランジは、フランジの上側表面が第1部品の下側表面に、第1端部が突出位置にあるときに接触するように構成することができる。ロッドは、チューブ内を移動するように配置することができる。ロッドを収容するために、チューブは中空とすることができ、かつ1つの通路によって特徴付けることができる。ロッドは、チューブを突出位置に、ロッドがチューブに、第1端部に近接して挿入されるときに移動させるように構成することができる。測定デバイスは、チューブの移動を記録するように構成することができる。

20

30

【0080】

本明細書において説明される本開示の有利な実施形態では、作業者は、構造群の間の空間の高精度な測定を迅速かつ効率的に行うことができる。航空機のアセンブリでは、本明細書において説明される実施形態によって作業者は測定治具を、従来の測定デバイスが接近することができなかつた空間に位置決めすることができる。測定治具が薄くなり、かつ測定治具のチューブが直線移動することによって、チューブを、ファスナー穴のような小さな開口に進入させ、そして開口から退出させることができる。測定治具は、従来の測定システムを配置することができなかつた箇所に位置決めすることができる。測定治具のフランジを更に、後退位置から突出位置に移動させて、フランジ及びチューブを位置決めして測定を行うことができるようにする。更に、測定治具を、例えば空気圧作動により自動的に移動させると、測定を迅速に、かつ素早く行うことができる。

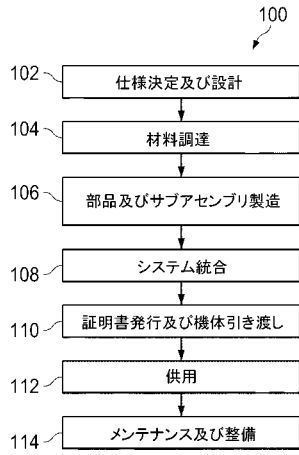
40

【0081】

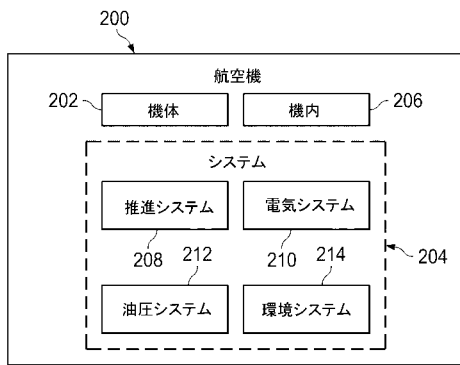
異なる有利な実施形態についての説明を行って、図示及び記述を行ってきたが、説明を網羅しようとする意図しているのではない、または説明を開示される形態の実施形態に限定しようとする意図しているのではない。多くの変形及び変更が可能であることは、この技術分野の当業者には明らかであろう。更に、異なる有利な実施形態は、他の有利な実施形態とは異なる利点を提供することができる。選択された実施形態または実施形態群は、これらの実施形態、実際の応用形態の原理を最も分かり易く説明するために、そしてこの技術分野の当業者が、想定される特定の使用に適合するように種々の変更が加えられる種々の実施形態の開示内容を理解できるように選択され、そして記載されている。

50

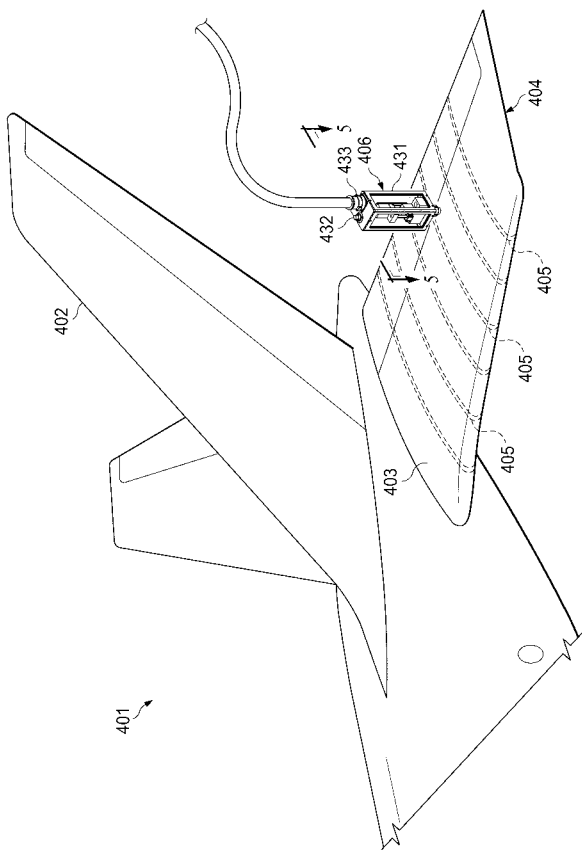
【 図 1 】



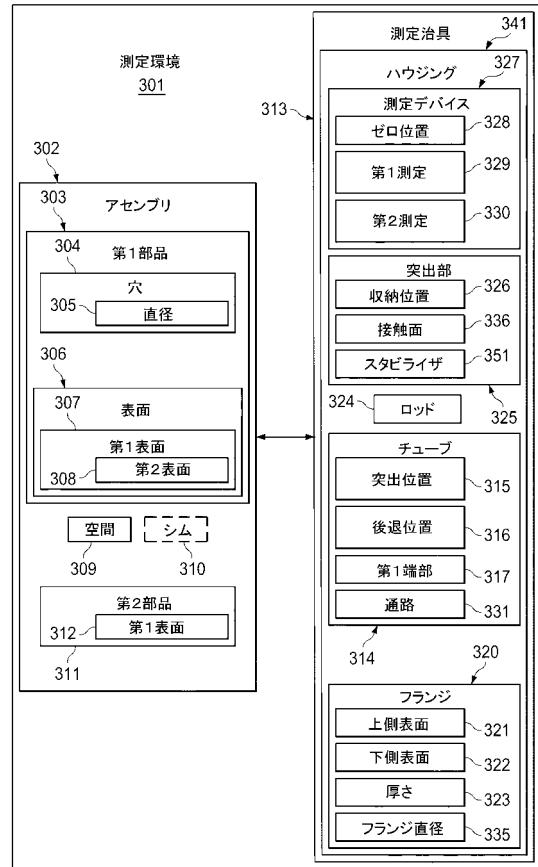
【 図 2 】



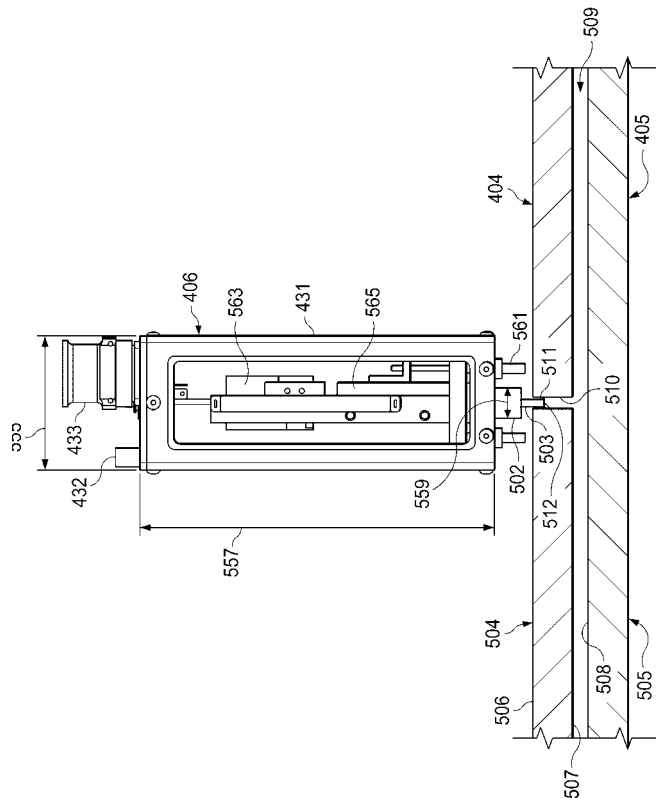
【 図 4 】



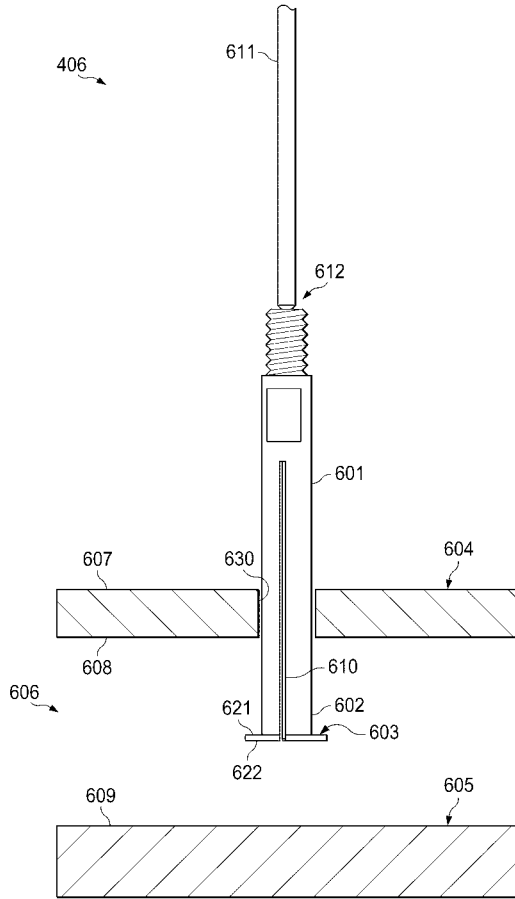
【 図 3 】



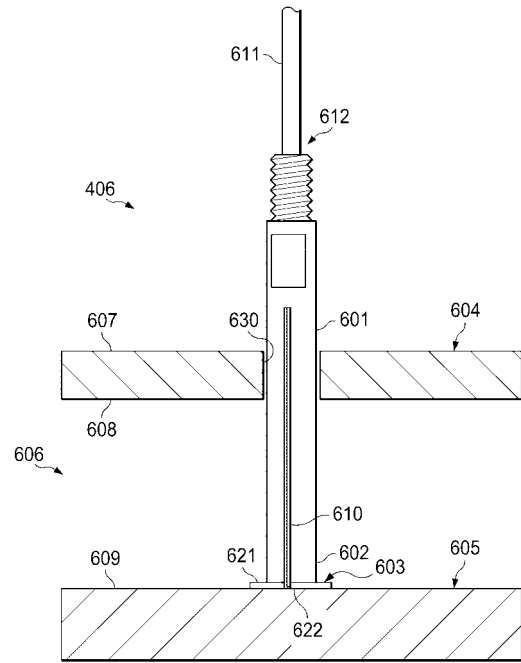
【 図 5 】



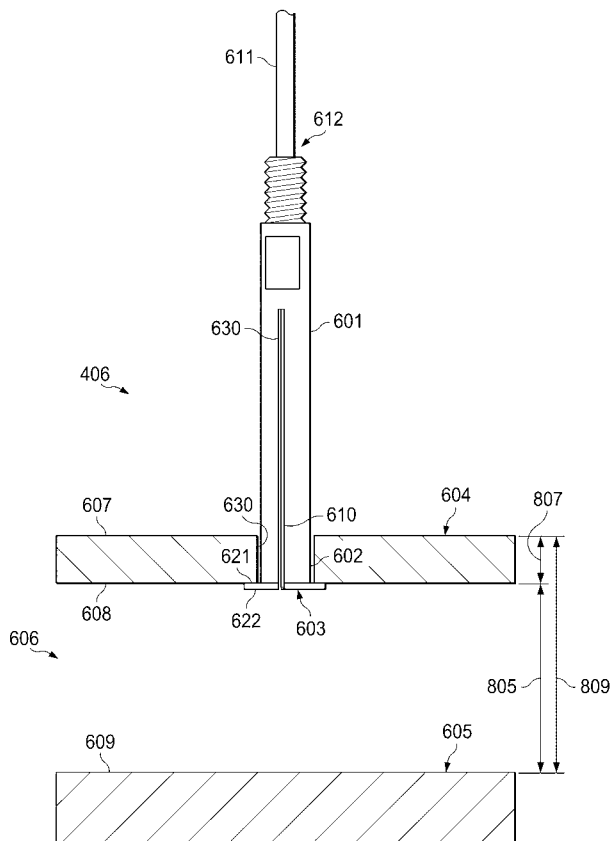
【 図 6 】



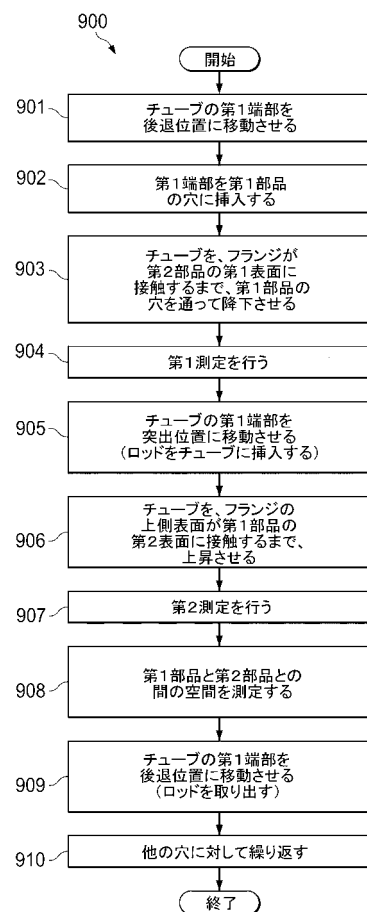
【 図 7 】



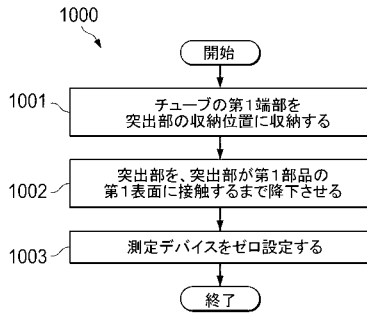
【 図 8 】



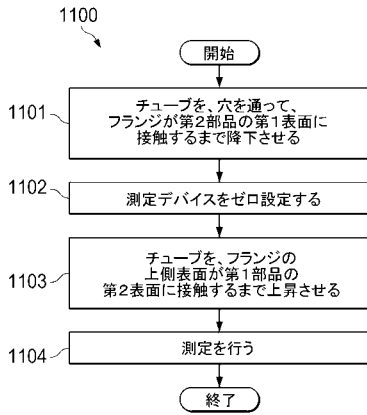
【 図 9 】



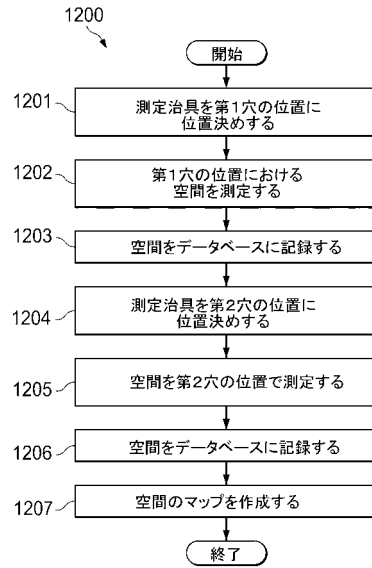
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョーンズ, ダレル ディー.

アメリカ合衆国 ワシントン 98012, ミル クリーク, 1番 アヴェニュー サウスイ
ースト 16723

(72)発明者 ジーマン, トレイシー イー.

アメリカ合衆国 ワシントン 98059, レントン, 178番 アヴェニュー サウスイ
ースト 13331

Fターム(参考) 2F062 AA02 AA27 AA36 BC80 EE01 FG07 GG11 GG37 GG61 HH16

【外国語明細書】

2013011602000001.pdf

2013011602000002.pdf

2013011602000003.pdf

2013011602000004.pdf