(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2010-509105
(P2010-509105A)
(43)公表日　平成22年3月25日(2010.3.25)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B29C 39/10	***(2006.01)***	Ｂ２９Ｃ 39/10		４Ｆ２０４
B29C 39/44	***(2006.01)***	Ｂ２９Ｃ 39/44		
B29C 39/42	***(2006.01)***	Ｂ２９Ｃ 39/42		
Ｂ２９Ｋ 105/06	*(2006.01)*	Ｂ２９Ｋ 105:06		

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 14 頁）

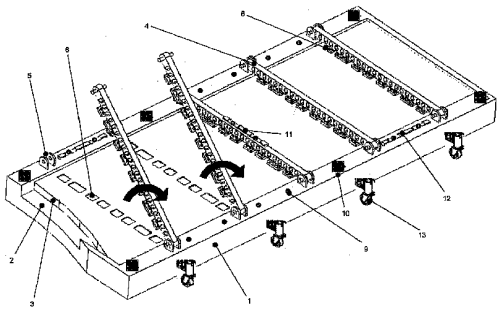
(21)出願番号　特願2009-536804 (P2009-536804)
(86)(22)出願日　平成19年11月12日 (2007.11.12)
(85)翻訳文提出日　平成21年5月14日 (2009.5.14)
(86)国際出願番号　PCT/GB2007/050684
(87)国際公開番号　WO2008/059286
(87)国際公開日　平成20年5月22日 (2008.5.22)
(31)優先権主張番号　0622691.4
(32)優先日　平成18年11月14日 (2006.11.14)
(33)優先権主張国　英国 (GB)

(71)出願人　508305926
エアバス　ユーケー　リミティド
イギリス国，ブリストル　ビーエス９９　７エーアール，フィルトン，ニュー　フィルトン　ハウス
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100102819
弁理士　島田　哲郎
(74)代理人　100110489
弁理士　篠崎　正海
(74)代理人　100133008
弁理士　谷光　正晴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合材料部材の形状寸法を制御するための方法及び装置

(57)【要約】
複合材料部材３の形状寸法を制御する方法である。この方法は、圧力伝達器６を使って複合材料部材に圧力を加える工程と、この圧力を加える工程の間に、複合材料部材を加熱する工程と、フィードバック信号を生成するために圧力伝達器の位置を計測する工程と、フィードバック信号の変化に応答して圧力伝達器を移動させる工程とを含んでいる。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複合材料部材の形状寸法を制御する方法であって、
圧力伝達器を使って前記複合材料部材に圧力を加える工程と、該圧力を加える工程中における、
前記複合材料部材を加熱する工程と、
フィードバック信号を生成するために前記圧力伝達器の位置を計測する工程と、
前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器を移動させる工程と、を含む複合材料部材の形状寸法を制御する方法。
【請求項２】
前記複合材料部材を成形型工具に係合させる工程と、
前記フィードバック信号を生成するために前記成形型工具と前記圧力伝達器との間の相対位置を計測する工程と、をさらに含む請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記フィードバック信号は、前記圧力伝達器の写真画像を二以上の異なる角度で撮影して前記画像を処理することによって生成される、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
前記処理の工程は、前記圧力伝達器上の一つ以上の視標の画像を識別する工程を含んでいる、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記視標を圧力伝達器に取り付ける工程をさらに含む、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
二つ以上の圧力伝達器を使って前記複合材料部材に圧力を同時に加える工程と、該圧力を同時に加える工程中における、
前記複合材料部材を加熱する工程と、
それぞれの前記圧力伝達器に各々が関連付けられた二つ以上のフィードバック信号を生成するために各圧力伝達器の位置を計測する工程と、
前記二つ以上の圧力伝達器をそれぞれのフィードバック信号の変化に応答して移動させる工程と、を含む請求項１～５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
真空バッグを前記複合材料部材上に敷く工程と、前記真空バッグの一方の側の空気を抜く工程とをさらに含む、請求項１～６のいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
前記圧力伝達器が、該圧力伝達器を加熱することによって移動される、請求項１～７のいずれか一項に記載の方法。
【請求項９】
前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器が回転される、請求項１～８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】
前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器がほぼ直線の経路に沿って移動される、請求項１～９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１１】
前記複合材料部材が熱硬化性の複合材料部材である、請求項１～１０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１２】
前記複合材料部材が繊維強化複合材料部材である、請求項１～１１のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１３】
前記複合材料部材が航空機の外板である、請求項１～１２のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１４】
前記複合材料部材が補強材層のスタックを具備している、請求項１～１３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１５】
注入段階の間に液体マトリックスを前記複合材料部材に射出する工程をさらに含む、請求項１～１４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１６】
前記圧力伝達器は、前記注入段階中は後退している、請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
複合材料部材の形状寸法を制御する装置であって、
圧力伝達器と、
フィードバック信号を生成するために前記圧力伝達器の位置を計測するように構成されたセンサーシステムと、
前記センサーシステムに連結されたアクチュエータにして、前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器を移動させるように構成されたアクチュエータと、を具備する複合材料部材の形状寸法を制御する装置。
【請求項１８】
中央部分と、前記中央部分に比べて小さな剛性を有する一対の周辺部分とを備える境界面を増圧器が有する、請求項１７に記載の装置。
【請求項１９】
前記センサーシステムは、一つ以上のカメラと、写真画像を前記カメラから受け取って前記フィードバック信号を生成するために前記画像を処理するように構成されたプロセッサと、を具備している、請求項１７又は１８に記載の装置。
【請求項２０】
二つ以上の圧力伝達器と二つ以上のアクチュエータとを具備する請求項１７～１９のいずれか一項に記載の装置であって、前記センサーシステムは、各圧力伝達器の位置を計測すると共に、それぞれの圧力伝達器に各々関連付けられた二つ以上のフィードバック信号を生成するように構成されており、前記二つ以上のアクチュエータの各々は、前記センサーシステムに連結されていて、前記圧力伝達器のそれぞれのフィードバック信号の変化に応答してそれぞれの圧力伝達器を移動させるように構成されている、請求項１７～１９のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２１】
真空バッグと、前記真空バッグの一方の側の空気を抜くための真空システムと、をさらに具備する請求項１７～２０のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２２】
前記アクチュエータが発熱体を具備する、請求項１７～２１のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２３】
前記アクチュエータが、前記圧力伝達器を前記発熱体から熱的に絶縁するように構成された熱絶縁層を具備する、請求項２２に記載の装置。
【請求項２４】
前記アクチュエータが、前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器を回転させるように構成されている、請求項１７～２３のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２５】
前記アクチュエータが、前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器をほぼ直線の経路に沿って移動させるように構成されている、請求項１７～２４のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２６】
前記センサーシステムが、成形型工具と前記圧力伝達器との間の相対位置を計測するように構成されている、請求項１７～２５のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複合材料部材の形状寸法を制御するための方法及び装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
複合材料部材の形状寸法の比較的精確な制御は、レジンインジェクション成形（ＲＴＭ）法を用いて達成することができる。乾燥補強プリフォームが成形型工具に置かれ、第２の成形型工具が第１の成形型工具の上でクランプされ、樹脂がキャビティ内に注入される。成形型工具の間隔（及びしたがって複合材料部材の厚さ）は、複合材料部材の縁の周囲における成形型工具間の相互の係合によって制御され得る。残念なことに、そのような成形型工具は、特に複合材料部材が航空機の翼又は胴体の外板のような大きな複合材料部材である場合に、その製造及び取扱いに費用がかかる。
【０００３】
単一の成形型工具だけが必要とされる低コストな方法が利用できる。しかしながら、その場合には複合材料部材の形状寸法を精確に制御することは困難である。
【発明の概要】
【０００４】
本発明の第１の様態は複合材料部材の形状寸法を制御する方法を提供し、この方法は、圧力伝達器を使って前記複合材料部材に圧力を加える工程と、該圧力を加える工程中における、前記複合材料部材を加熱する工程と、フィードバック信号を生成するために前記圧力伝達器の位置を計測する工程と、前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器を移動させる工程と、を含んでいる。
【０００５】
本発明の第２の様態は、複合材料部材の形状寸法を制御する装置を提供し、この装置は、圧力伝達器と、フィードバック信号を生成するために前記圧力伝達器の位置を計測するように構成されたセンサーシステムと、前記センサーシステムに連結されたアクチュエータにして、前記フィードバック信号の変化に応答して前記圧力伝達器を移動させるように構成されたアクチュエータと、を具備している。
【０００６】
複合材料部材は、熱可塑性の複合材料部材、又は加熱することにより少なくとも部分的に硬化される熱硬化性の複合材料部材である。複合材料部材は、限定するものではないが典型的には航空機の部材である。例えば、複合材料部材は、翼もしくは胴体の外板、又は翼桁もしくはリブ部材である。典型的には、複合材料部材は層状の構造を有している。
【０００７】
センサーシステムは、圧力伝達器の位置を計測するための様々な方法を採用し得る。例えば、センサーシステムは、磁気アーマチュアの位置を計測する一組のコイルを備えるＬＶＤＴ変位変換器である。代わりに、センサーシステムはレーザー照準を採用してもよい。しかしながら、レーザー照準に関連する問題は、複合材料部材の周囲の加熱された乱流空気によりレーザー光線の波長の変化が引き起こされることである。したがって好適には、フィードバック信号は、圧力伝達器の写真画像を二つ以上の異なる角度から撮影して、その画像を処理することにより生成される。典型的には、処理ステップは、圧力伝達器上の一つ以上の視標の画像を識別するステップを含んでおり、そのような視標は、圧力伝達器の一体部品であるか、又は例えば接着剤によって圧力伝達器に取り付けられたものである。
【０００８】
典型的には、複合材料部材は成形型工具に係合され、センサーシステムはフィードバック信号を生成するために成形型工具と圧力伝達器との間の相対位置を計測する。
【０００９】

センサーシステムは、様々な基準点に対する圧力伝達器の位置を計測する。例えば、基準点はセンサーそれ自身に設けられた点、又は圧力伝達器の初期位置、又はいくつかの外部構造物上の点であってよい。しかしながら、好適にはセンサーシステムは、成形型工具上の一つ以上の基準点に対する圧力伝達器の位置を計測し、その結果成形型工具と圧力伝達器との間の比較的正確な相対位置の計測を提供する。

【００１０】

極端な例では、ただ一つの圧力伝達器が使用される。この場合圧力伝達器は、典型的には、成形型工具よりも小さい接触領域を有している。しかしながら好適には、そのような圧力伝達器がいくつか使用され、前記圧力伝達器の各々は独立に制御されるものである。

【００１１】

典型的には、増圧器は、複合材料部材上に真空バッグを敷いて、真空バッグの一方の側の空気を抜くことによって加えられる流体静力学的圧力を補う。増圧器は、真空バッグを介して複合材料部材に圧力を加えるか、又は複合材料部材に直接的に係合する。

【００１２】

油圧式、空気圧式、及び電気式アクチュエータを含む様々なアクチュエータが使用されてよい。そのようなアクチュエータは、螺旋ねじによって回転運動を直線運動に変換するリニアモーターを採用してよい。空気圧式アクチュエータが用いられた場合、窒素の豊富な雰囲気で工程が典型的に実行されるので、好適には、それらは空気圧駆動媒体として窒素を使用する。しかしながら好適には、熱アクチュエータが使用されて、圧力伝達器を加熱することによって圧力伝達器を移動させる。そのような熱アクチュエータは、位置の小さな変化を正確に制御することができ、また比較的少数の可動部品を有している。

【００１３】

圧力伝達器は、フィードバック信号の変化に応答して、回転及び／又はほぼ直線の経路に沿って移動される。

【００１４】

典型的には、複合材料部材は繊維強化複合材料部材である。

【００１５】

複合材料部材は、いわゆる“プリプレグ”のスタック、即ちエポキシ樹脂マトリックスで予備含浸された補強材料の層である。しかしながら、そのようなプリプレグは高価であり、したがってより好適には、複合材料部材は、補強材料層のスタックを具備しており、前記スタックは、複合材料部材が加熱されたとき溶解して補強材料層に染み込むマトリックスフィルムを任意選択的に挟み込まれたものである。

【００１６】

複合材料部材は、注入段階の間に液体マトリックスを射出され、好適には圧力伝達器は、前記マトリックスの流れを妨げないように注入段階中は後退させられている。

【００１７】

典型的には、増圧器は、中央部分と、この中央部分に比べて小さな剛性を有する一対の周辺部分とを備える境界面を有している。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

本発明の実施例が添付図面を参照して説明される。

【図１】ＲＦＩ成形型工具の左側の斜視図である。

【図２】ＲＦＩ成形型工具の右の斜視図である。

【図３】第１の増圧器デザインの横断面図である。

【図４】第２の増圧器デザインの横断面図である。

【図５】第３の増圧器デザインの横断面図である。

【図６ａ】非コード化視標の図である。

【図６ｂ】コード化視標の図である。

【図７】写真測量法システムを組み入れたオートクレーブ中の成形型工具の概略図である。

【図８】オートクレーブの温度（Ｔ）と時間（ｔ）との関係を表すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
樹脂フィルム注入成形型工具１が図１及び２に示されている。成形型工具は、複合材料レイアップ３を支持する型表面２を有する。レイアップ３は乾燥繊物補強層のスタックを型表面２上に置くことにより組み込まれる。補強層は、典型的には炭素繊維から形成されるが、ガラス繊維を含んだ任意の種類の補強材料が使用されてよい。成形型工具１は、翼の外板を形成するために用いられ、前記外板の外側空力表面は型表面２によって形作られる。図１及び２には示されないが、翼幅方向に走るストリンガが外板の内側表面に取り付けられ、また選択された領域における外板の厚さを増大させるために傾斜部が形成されている。
【００２０】
レイアップ３が成形型工具において形成された後に、レイアップは、注入と硬化に備えて、真空バッグ（不図示）をレイアップの頂部に敷くことによって“バギング”される。
【００２１】
一組の工具梁４が図示されるように成形型工具に枢設されている。たい積中及びバギング中において、梁４は、図１の左側の二つの梁により示される上昇位置にある。各梁４は一連の増圧器６を保持しており、前記増圧器の各々はレイアップのそれぞれの境界面領域８に圧力を加える。
【００２２】
レイアップ３がバギングされた後に、梁４が図１の右側の三つの梁で示される位置へ下ろされて、係止継手５によって所定の場所で係止される。
【００２３】
増圧器６の三種類の変更例が図３～６に示される。明瞭にするために真空バッグは図３～６では省略されている。
【００２４】
図３に示される増圧器６ａは、傾斜部又はストリンガが存在しない境界面領域８の厚さを制御するために用いられる。増圧器６ａは熱アクチュエータを備えており、前記熱アクチュエータは熱膨張層２１ａに埋め込まれたコイル２０ａを具備している。熱アクチュエータは、一対のダンパ２４ａを有する圧力伝達器２３ａに取り付けられており、前記一対のダンパ２４ａは圧力伝達器２３ａの下側境界面の外周縁近くに取り付けられている。熱絶縁層２３ａが、圧力伝達器２３ａを熱膨張層２１ａから熱絶縁するために取り付けられている。
【００２５】
コイル２０ａは、（図７に示される）アクチュエータ制御システム４６にケーブル２５ａによって接続されている。電流がコイル２０ａを流れると、コイルは発熱して熱膨張層２１ａを膨張させ、圧力伝達器２３ａを（真空バッグを介して）複合材料レイアップ３に押し付ける。ダンパ２４ａは、圧力伝達器２３ａの境界面の中央部分に比べて小さな剛性を有する発泡材から形成されている。ダンパ２４ａは圧縮されて、レイアップにおける繊維ひずみ及びうねりの形成を低減する。
【００２６】
図４に示される増圧器６ｂは、全体的形態において増圧器６ａに同様であり、その同様の構成要素に同一の参照符号が与えられている。平坦な圧力伝達器２３ａとは対照的に、圧力伝達器２３ｂはレイアップ３の表面上のストリンガ２６に嵌合するように輪郭が形成されている。
【００２７】
図５に示される圧力伝達器２３ｃは、全体的形態において増圧器６ａ及び６ｂに同様であり、その同様の構成要素に同一の参照符号が与えられている。この場合には、圧力伝達器２３ｃは枢軸２７を介して梁４に取り付けられており、また一対の熱アクチュエータが備えられていて、前記一対の熱アクチュエータの各一つが枢軸２７の各々の側に設けられ

ている。熱アクチュエータの各々は、熱アクチュエータと圧力伝達器２３ｃとの間に転動境界面を提供する回転手段２８を含んでいる。一対の熱アクチュエータは、圧力伝達器を上下に移動させるために共に、又は圧力伝達器を回転させるために別々に駆動されることが可能である。図５は、レイアップ３の傾斜区画２９に係合している増圧器６ｃを示している。

【００２８】

写真測量法視標が、図１に示されるように成形型工具１に、及び図３～５に示されるように増圧器６の圧力伝達器部に取り付けられている。前記視標は接着剤によって取り付けられている。そのような視標の例示的な一対が、図１において参照符号９及び１０を付番されており、また図６ａ及び６ｂで詳細に示されている。視標９は、対照的な黒色背景９ｂ上に印刷された光反射円９ａを備える非コード化視標である。視標１０は、対照的な黒色背景１０ｂ上に印刷された一組の光反射標識１０ａを備えるコード化視標である。光反射標識１０ａの数量と位置は読み取られて、二次元バーコードと同様のやり方で視標１０に固有のコードを提供することができる。適切な視標は、米国フロリダ州メルボーン（Melboume）のジオデティックシステム株式会社（Geodetic Systems Inc.）により提供されるブイ・スターズ（V-STARS（登録商標））システムの一部分として入手可能である。

【００２９】

図１に示されるように、コード化及び非コード化視標は成形型工具１の二辺に沿う選択された基準位置に取り付けられている。図１ではコード化視標は同一のコードを有するものとして示されているが、実際にはコード化視標はそれぞれ異なるコードを提供するだろう。目盛定め棒１１及び１２も成形型工具及び梁４の一つに取り付けられている。各目盛定め棒１１及び１２は、一対の非コード化視標を保持しており、一対の視標の間の間隙は基準長さを提供するために正確に知られているものである。

【００３０】

図３～５に示されるように、写真測量法システムの測定点を提供するために非コード化視標３０ａ～３０ｃもまた圧力伝達器２３ａ～２３ｃに貼り付けられている。

【００３１】

梁４が所定の場所で係止された後に、成形型工具１は、（図１及び２に示される）車輪１３によって（図７に示される）オートクレーブ室４０内に運ばれる。次にレイアップ３は、注入されて、図８を参照して以下に説明されるように加熱システム４７を使用してオートクレーブ室４０を加熱する間に硬化される。流体静力学的にレイアップを圧縮するために、窒素をオートクレーブ室内に導入することによってオートクレーブ内の圧力を高めることが可能である。真空バッグの一方の側の空気を抜くために真空システム４１も設けられている。離散した境界面領域８に追加的な圧力を一連の増圧器６によって加えることも可能である。樹脂は、硬化サイクルの間に、樹脂射出システム４８によってレイアップの中に射出される。

【００３２】

図７に示される写真測量法システムは、硬化サイクルの間に、成形型工具１と増圧器６との間の相対位置を計測するために用いられる。写真測量法システムは、例えば米国フロリダ州メルボーン（Melboume）のジオデティックシステム株式会社（Geodetic Systems Inc.）により提供されるブイ・スターズ（V-STARS（登録商標））システムである。前記システムの作動原理の詳細な説明に関しては「http://www.geodetic.com/v-stars/info.asp?whatis」を参照されたい。

【００３３】

写真測量法システムは、オートクレーブ室４０内に設置された一組の写真測量法カメラと、オートクレーブ室４０外の写真測量法制御システム４５とを具備している。そのようなカメラの一つが図７において参照符号４２で示されており、また追加のカメラがオートクレーブ室４０の長さに沿って設けられているだろう。各カメラ４２は、熱と温度の影響からカメラを保護するために密閉断熱室４３内に搭載されている。各カメラ４２はフラッシュライト（不図示）を含んでおり、前記フラッシュライトは、制御システム４５よって

作動されて、視野を白色光で照射することができる。カメラ４２の視野は図７の破線４４により示される。各カメラ４２は、そのそれぞれの視野の写真画像を撮影し、前記画像は処理のために制御システム４５に伝送される。

【００３４】

制御システム４５は成形型工具１及び増圧器６上の写真測量法視標の画像を識別し、そしてカメラの異なる視角に起因して、制御システム４５は、成形型工具上の視標により規定される基準位置に対する増圧器上の視標のＸＹＺ座標を三角測量の処理により推定することができる。視標の相対位置がわかると、各増圧器に対するフィードバック信号を生成するために成形型工具１と各増圧器６との間隔が推定され得る。制御システム４５は、各カメラの視野内の視標を識別するためにコード化視標１０上のコードを使用すると共に、画像に尺度を与えるために目盛定め棒１１及び１２を使用する。次いで、フィードバック信号はアクチュエータ制御システム４６に供給され、前記アクチュエータ制御システム４６は、境界面領域８内の外板の厚さを正確に制御するように、増圧器のそれぞれのフィードバック信号の変化に応答して図８に示されるように各増圧器を独立に移動させるように構成されている。換言すると、前記間隔が（所望の間隔に比較して）過小であるとフィードバック信号が指示したなら、各増圧器は上方へ移動させられ、前記間隔が過大であるなら各増圧器は下方へ移動させられる。

【００３５】

図８は、オートクレーブの温度（Ｔ）と時間（ｔ）との関係を示すグラフである。初期加熱段階５０の間において、オートクレーブ室は注入温度５１まで加熱されると共に、空気が真空システム４１によって乾燥織物から除去される。初期加熱段階５０の間に、増圧器６は図８に示される後退位置にあり、前記後退位置では圧力伝達器と真空バッグとの間に間隙５８が生じている。

【００３６】

注入段階５２の間において、増圧器はそれらの後退位置にとどまり、エポキシ樹脂が、樹脂射出システム４８によって成形型工具と真空バッグとの間に射出される。樹脂は、成形型工具１の一方の側から樹脂射出システム４８によって射出されて、他方の側から真空システム４１によって吸い出される。注入中に増圧器をそれらの後退位置に維持することによって、樹脂は妨げられることなく流れることが可能である。注入段階５２の最後で、レイアップへの注入は完了して、参照符号５９で示される圧力を加えるために増圧器が下方へ移動される。

【００３７】

第２加熱段階５４の間に、オートクレーブ室は約１８０℃の硬化温度５５まで加熱される。第２加熱段階５４の間及び硬化段階５６の間に、写真測量法制御システム４５からのフィードバック信号がアクチュエータ制御システム４６に供給され、前記アクチュエータ制御システム４６は、成形型工具と増圧器との間の所望の間隔を維持（及びそれ故それぞれの境界面領域８内の部分の厚さを制御）するために参照符号６０で示されるように各増圧器を上方に及び／又は下方に移動させる。

【００３８】

冷却段階５７の間に、増圧器は所定の位置で保持されるか、又は参照符号６１で示されるように後退させられる。

【００３９】

硬化後に、外板はウイングボックス（wingbox）の組立体に使用される。一対のそのような外板はウイングボックスの上側表面及び下側表面を形成する。ウイングボックスの全域で翼弦方向に走る一連のリブは、リブの基部で上側外板及び下側外板に取り付けられる。図１及び２に示される成形型工具では、境界面領域８は、外板の比較的小さな領域であり、前記領域がリブの基部と接触する。しかしながら、ウイングボックスの根端に近接したギアリブ（gear rib）との境界面のようなより広い他の重要な境界面領域の厚さを制御するために同様の増圧器が用いられてもよい。境界面領域の間の外板の厚さはそれほど重要ではなく、したがってそれを厳密に制御する必要性はない。

【００４０】
上述の実施例では、単一の連続真空バッグが圧力伝達器とレイアップとの間に敷かれ、その結果圧力伝達器はレイアップに直接に係合しない。これは問題を起こすとは考えられない、というのも真空バッグの厚さは比較的正確に制御されることが可能であるからである。代替実施例（不図示）では、真空バッグはずらりと並んだ穴を有し、前記穴の各々はそれぞれの圧力伝達器の縁の周囲でシールされている。この場合、圧力伝達器はレイアップに直接係合する。さらに別の代替実施例（不図示）では、真空バッグは梁が下げられた後に梁の上に敷かれる。やはりこの場合に圧力伝達器はレイアップに直接係合する。
【００４１】
上述の実施例では、レイアップ３は乾燥繊維層だけのスタックから構成されている。代替実施例では、乾燥繊維層には半固体エポキシ樹脂フィルムが差し挟まれ、前記半固体エポキシ樹脂フィルムは、注入温度が到達されたとき、溶解しそして空気の無い織物層の中に流入する。これは、樹脂の無い空洞が注入後に存在しないことを保証する。
【００４２】
樹脂フィルムがレイアップ内に準備される場合には、注入段階中に追加の樹脂が射出されても射出されなくてもよい。
【００４３】
写真測量法制御システム４５及びアクチュエータ制御システム４６は図７において別個のハードウエアユニットとして示されているが、前記二つのシステムの機能が単一ユニットによりソフトウエアで実現され得ることが理解されるであろう。
【００４４】
本発明は、一つ以上の好適な実施例を参照して上で説明されてきたが、様々な変更または改良が、添付の特許請求の範囲で規定された本発明の範囲から外れることなく実施され得ることが理解されるであろう。

【図１】

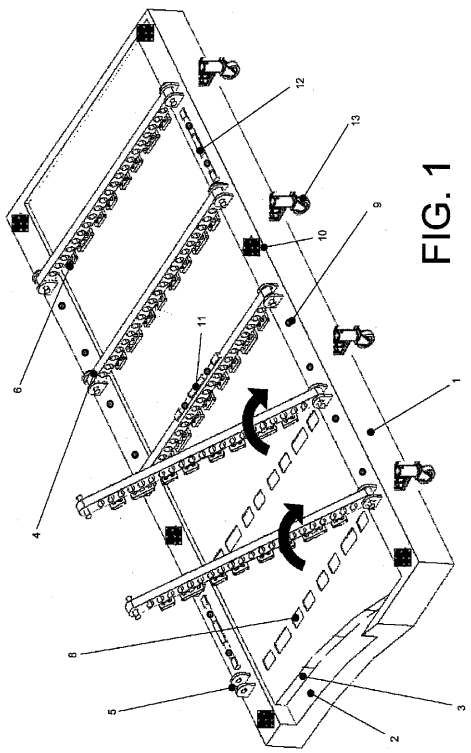


FIG. 1

【図２】

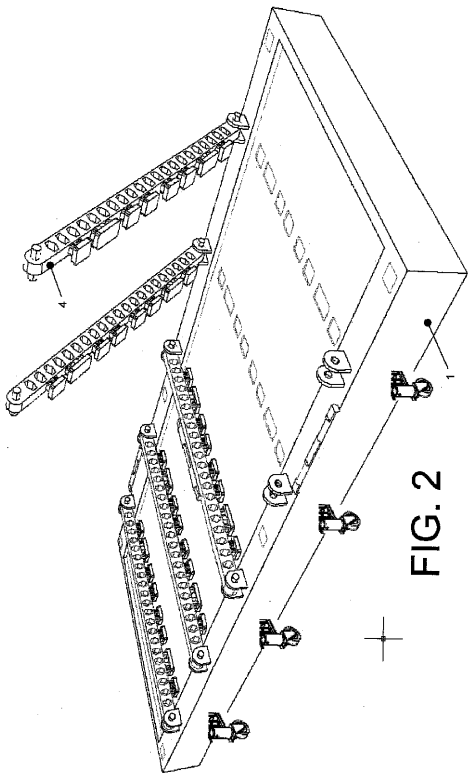
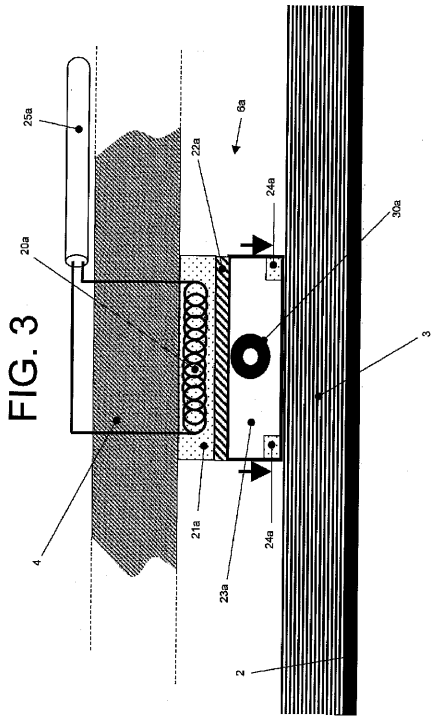
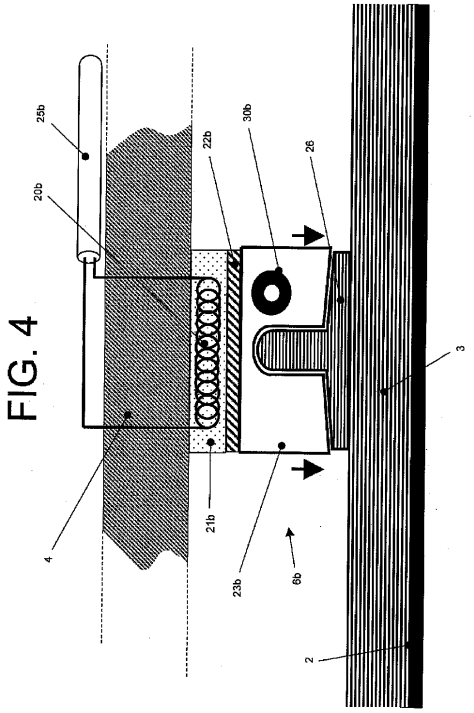


FIG. 2

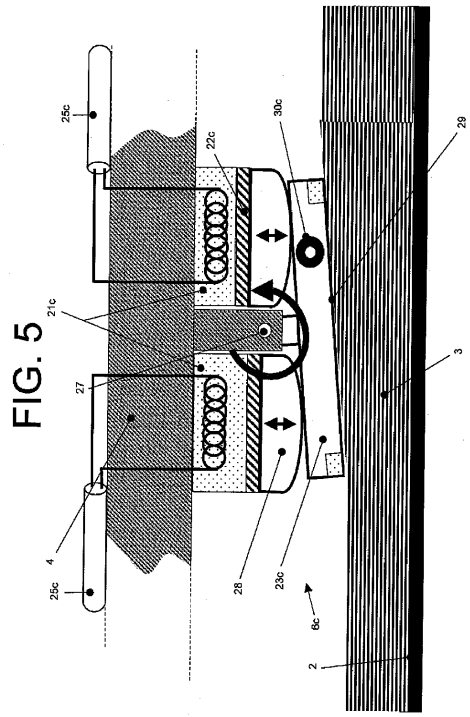
【図３】


FIG. 3
25a
6a
22a
24a
30a
20a
3
4
21a
23a
24a
2

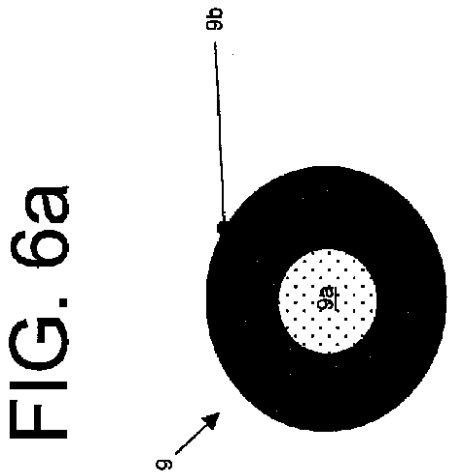
【図４】


FIG. 4
25b
22b
30b
26
20b
3
4
21b
23b
6b
2

【図５】


FIG. 5
25c
22c
30c
29
21c
27
3
4
25c
28
23c
6c
2

【図６ａ】


FIG. 6a
9b
9a
9

【図６ｂ】

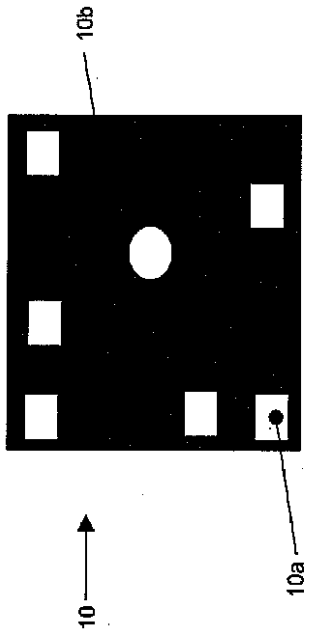


FIG. 6b

【図７】

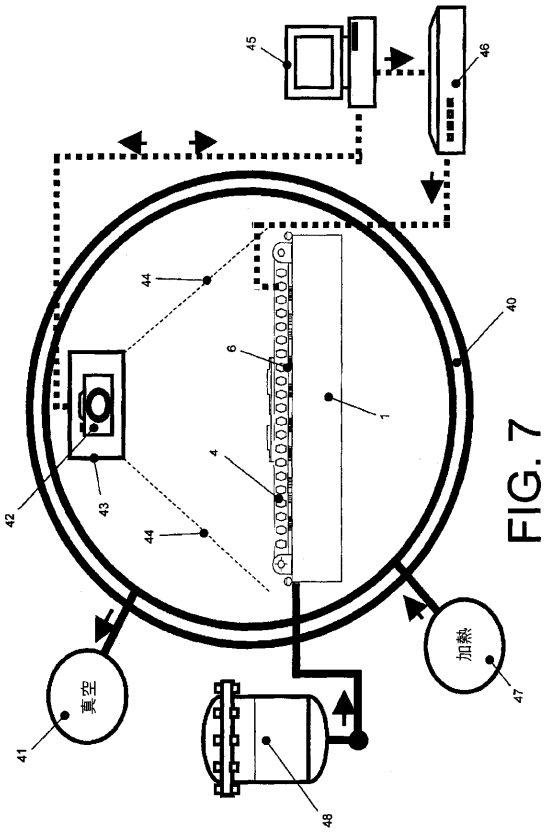


FIG. 7

【図８】

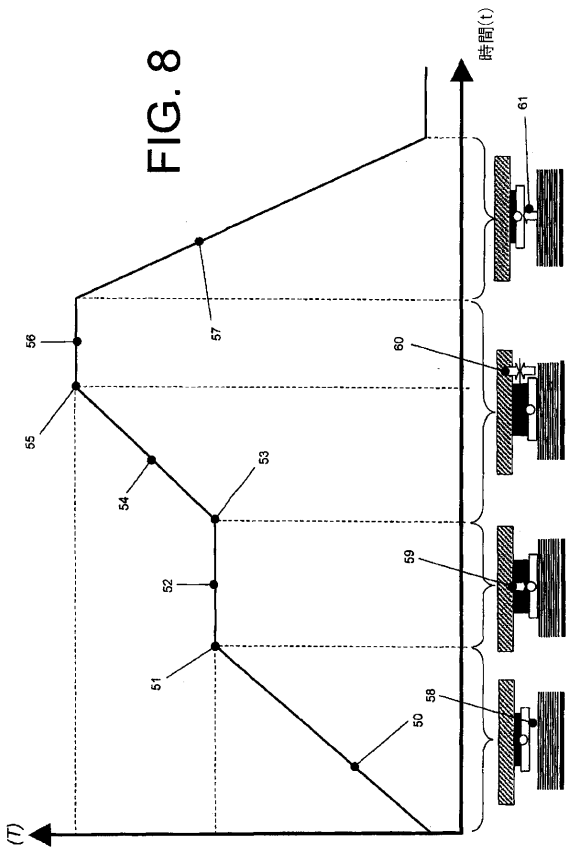


FIG. 8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/050684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C70/42 B29C70/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C B32B G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/227107 A1 (STEWART DAVID H [US]) 11 December 2003 (2003-12-11) claims 1,2,5,16,19,20 paragraphs [0019], [0021]	1-26
A	JP 56 166020 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 19 December 1981 (1981-12-19) abstract	1-26
A	ANONYMOUS: "The Basics of Photogrammetry" INTERNET ARTICLE, [Online] 29 September 2005 (2005-09-29), XP002472859 Retrieved from the Internet: URL:http://www.geodetic.com/Downloadfiles/Basics%20of%20Photogrammetry.pdf> [retrieved on 2008-03-13] pages 17,21	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 March 2008	07/04/2008

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Jouannon, Fabien

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2007/050684

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003227107 A1	11-12-2003	NONE	
JP 56166020 A	19-12-1981	JP 1358238 C	13-01-1987
		JP 61024969 B	13-06-1986

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100153084
弁理士 大橋 康史
(72)発明者 グレーズブルック, クリストファー
イギリス国, ブリストル ビーエス９９ ７エーアール, ブリストル, フィルトン, ニュー フィルトン ハウス, シー／オー エアバス ユーケー リミティド

Ｆターム(参考) 4F204 AA36 AA39 AD16 AH31 AM28 AP06 AR07 EA03 EB01 EB11
EB21 EB22 EF27 EF30 EK09 EK17