

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6867757号
(P6867757)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月13日(2021.4.13)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 70/34	(2006.01)	B 2 9 C 70/34
B 2 9 C 70/46	(2006.01)	B 2 9 C 70/46
B 2 9 K 105/06	(2006.01)	B 2 9 K 105:06
B 2 9 L 31/30	(2006.01)	B 2 9 L 31:30

請求項の数 15 外国語出願 (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2016-117925 (P2016-117925)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成28年6月14日 (2016.6.14)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2017-61133 (P2017-61133A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成29年3月30日 (2017.3.30)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	令和1年5月29日 (2019.5.29)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(31) 優先権主張番号	14/740,493	(74) 代理人	110002077
(32) 優先日	平成27年6月16日 (2015.6.16)		園田・小林特許業務法人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	エンシノサ, ホセ エル.
			アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合構造の製造システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複合構造の製造システム(18)であって、

複数のプライキャリア(20)であって、前記複数のプライキャリア(20)の各プライキャリア(20)が少なくとも一つのプライセグメント(92)を一時的に支持するように構成されたプライ支持面(22)を画定する複数のプライキャリア(20)と、

細長いプライ成形面(34)を画定する細長い成形マンドレル(32)であって、前記細長いプライ成形面(34)が、複合構造(800)の表面の輪郭を画定するように成形され且つ前記複合構造(800)を少なくとも部分的に画定する複合材料(90)の複数のプライを画定するために複数のプライセグメント(92)を受け入れるように構成されている、細長い成形マンドレル(32)と、

前記複数のプライキャリア(20)の内の選択されたプライキャリア(21)をプライキッキングエリア(100)から中間の場所(180)へ選択的に搬送するように構成されたキャリア移送装置(40)と、

前記中間の場所(180)で前記選択されたプライキャリア(21)を受け入れて、前記細長いプライ成形面の選択された部分(38)の上で前記選択されたプライキャリア(21)とそれぞれのプライセグメント(92)を変形させ、前記それぞれのプライセグメント(92)が前記細長いプライ成形面の前記選択された部分(38)によって支持されるように前記選択されたプライキャリア(21)を前記それぞれのプライセグメント(92)から分離させて、前記選択されたプライキャリア(21)を前記キャリア移送装置(

10

20

40)へ戻すように構成された成形機(50)とを備えるシステム(18)。

【請求項2】

前記システム(18)が更に、前記複数のプライセグメント(92)を製造するように構成された複数の自動プライキッティングツール(60)を含み、前記複数の自動プライキッティングツール(60)の各プライキッティングツール(60)は、前記複数のプライセグメント(92)のそれぞれのプライセグメント(92)を製造して、前記複数の自動プライキッティングツール(60)の残り部分から独立して動作するように構成される、請求項1に記載のシステム(18)。

【請求項3】

前記システム(18)が更に、前記少なくとも1つのプライセグメント(92)を前記複数のプライキャリア(20)の各プライキャリア(20)に位置づけするように構成された自動プライセグメント位置づけ装置(70)を含む、請求項1又は2に記載のシステム(18)。

【請求項4】

前記システム(18)が更に、複数のプライキャリアマガジン(28)を含み、前記複数のプライキャリアマガジン(28)の各プライキャリアマガジン(28)は、前記複数のプライキャリア(20)のそれぞれのサブセットを格納するように構成されている、請求項1から3のいずれか一項に記載のシステム(18)。

【請求項5】

前記システムが更に、前記プライキッティングエリア(100)内で、前記複数のプライキャリアマガジン(28)を、キッティングツールエリア(104)からプライキャリアステージングエリア(102)まで選択的に搬送するように構成された自動マガジン移送装置(80)を含む、請求項4に記載のシステム(18)。

【請求項6】

前記キャリア移送装置(40)が、それぞれのプライキャリアマガジン(28)から前記選択されたプライキャリア(21)を取り出すように構成されている、請求項1から5のいずれか一項に記載のシステム(18)。

【請求項7】

前記それぞれのプライキャリアマガジン(28)が、前記プライキッティングエリア(100)に位置づけされ、前記細長い成形マンドレル(32)が、プライアセンブリエリア(110)に位置づけされ、更に、前記キャリア移送装置(40)が、前記プライキッティングエリア(100)から前記プライアセンブリエリア(110)まで前記選択されたプライキャリア(21)を搬送するように構成されている、請求項6に記載のシステム(18)。

【請求項8】

前記キャリア移送装置(40)が、前記複数のプライキャリア(20)の複数の選択されたプライキャリア(21)を前記中間の場所(180)に選択的に及び連続的に搬送するように構成されており、更に、前記成形機(50)が、前記複数の選択されたプライキャリア(21)の各選択されたプライキャリアを選択的に及び連続的に受け入れて、前記細長い成形マンドレル(32)の長さに沿ったそれぞれの場所で前記複数の選択されたプライキャリア(21)の各選択されたプライキャリアを変形させるように構成されている、請求項1から7のいずれか一項に記載のシステム(18)。

【請求項9】

前記成形機(50)が自動成形機(50)であり、更に、前記成形機(50)は、前記細長い成形マンドレル(32)の長さに沿って前記成形機(50)を選択的に平行移動させるように構成された成形機平行移動装置(54)を含む、請求項1から8のいずれか一項に記載のシステム(18)。

【請求項10】

複合構造(800)を製造する方法(300)であって、

10

20

30

40

50

細長いプライ成形面(34)を画定する細長い成形マンドレル(32)の長さに沿って選択されたプライキャリア(21)をプライキッティングエリア(100)から選択された場所(36)へ搬送する(335)ことであって、前記細長いプライ成形面(34)は、複合構造(800)の表面の輪郭を画定するように成形され且つ複数のプライセグメント(92)を受け入れて、前記複合構造(800)を少なくとも部分的に画定する複合材料(90)の複数のプライを画定するように構成されている、搬送する(335)ことと

成形機(50)を前記細長い成形マンドレル(32)の長さに沿って前記選択された場所(36)へ平行移動させる(340)ことと、

前記成形機(50)で前記選択されたプライキャリア(21)を受け入れる(345)ことと、

前記成形機(50)で、前記選択されたプライキャリア(21)と、前記選択されたプライキャリア(21)によって支持されているそれぞれのプライセグメント(92)とを前記細長いプライ成形面の選択された部分(38)の上で変形させる(350)ことと、

前記それぞれのプライセグメント(92)を前記細長いプライ成形面の前記選択された部分(38)の上に保持しながら、前記それぞれのプライセグメント(92)を前記選択されたプライキャリア(21)から前記成形機(50)により取り外す(355)ことと

前記成形機(50)で、前記選択されたプライキャリア(21)を前記プライキッティングエリア(100)へ戻す(360)ことと、

前記複数のプライセグメント(92)を前記細長いプライ成形面(34)上に位置づけし、未硬化複合構造(810)を少なくとも部分的に画定するために、それぞれがそれぞれのプライセグメント(92)を支持する複数のプライキャリア(20)で、前記搬送する(335)こと、前記平行移動させる(340)こと、前記受け入れる(345)こと、前記変形させる(350)こと、前記取り外す(355)こと、及び前記戻す(360)ことを繰り返す(370)ことと

を含む方法(300)。

【請求項11】

前記方法(300)が更に、前記複数のプライセグメント(92)を製造する(305)ことを含み、前記製造する(305)ことは、複数の自動プライキッティングツール(60)の各プライキッティングツール(60)で前記複数のプライセグメント(92)のそれぞれのプライセグメント(92)を別々に製造することを含む、請求項10に記載の方法(300)。

【請求項12】

前記方法(300)が更に、複数のプライキャリアマガジン(28)の各プライキャリアマガジン内に、前記複数のプライキャリア(20)のそれぞれのサブセットを保管する(315)ことを含む、請求項10又は11に記載の方法(300)。

【請求項13】

前記方法(300)が、前記変形させる(350)ことの間、前記細長いプライ成形面(34)と、前記選択されたプライキャリア(21)との間に前記それぞれのプライセグメント(92)を位置づけすることを含み、請求項10から12のいずれか一項に記載の方法(300)。

【請求項14】

前記繰り返す(370)ことが、前記複数のプライセグメント(92)の各プライセグメント(92)の前記未硬化複合構造(810)内の場所、及び前記複数のプライセグメント(92)の各プライセグメント(92)の組成の両方を選択することを含む、請求項10から13のいずれか一項に記載の方法(300)。

【請求項15】

前記繰り返す(370)ことが、最初に前記成形機(50)を前記細長い成形マンドレル(32)の長さに沿って徐々に平行移動させて、複合材料の第1のコースを前記細長い

10

20

30

40

50

プライ成形面(34)上に位置づけし、続いて次に前記成形機(50)を前記細長い成形マンドレル(32)の長さに沿って徐々に平行移動させて、前記複合材料の前記第1のコース上に前記複合材料の第2のコースを位置づけすることを含み、前記複合材料の前記第1のコースは、前記複数のプライセグメント(92)の第1のサブセットを含み、更に、前記複合材料の前記第2のコースは、前記複数のプライセグメント(92)の第2のサブセットを含む、請求項10から14のいずれか一項に記載の方法(300)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合構造の製造システム及び方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

大規模な複合構造、例えば航空機の製造には多くの場合、数十又は数百フィート長であり得る細長い複合構造のキッティング、レイアップ、アセンブリ、及び/又は硬化が伴い得る。上記細長い複合構造の製造は、他にはない製造課題を引き起こす。

【0003】

複合構造を製造するための従来の製造方法は、複合材料の複数のプライをレイアップマンドレル上に手で位置づけして、複合レイアップを製造する及び/又は画定することを含む。レイアップマンドレル上で複合レイアップを続いて硬化させて、複合構造を製造する及び/又は画定する。上記従来の製造方法は、小規模の複合構造の製造には効率的であり得るが、大規模の複合構造の製造に応用した時に非効率的であり得る。一例として、従来の製造方法を用いた大規模の複合構造の製造に要する製造床面積は、相当なものであり得る。別の例として、従来の製造方法を用いた大規模な複合構造の製造に要する時間は、かなり長いものになり得る。

20

【0004】

これらの製造上の制約のいずれかによって、大規模な複合構造の製造コストが上がりうる。従って、改善された複合構造の製造システム及び方法が必要である。

【発明の概要】

【0005】

複合構造の製造システム及び方法が本明細書に開示されている。本システムは、複数のプライキャリアを含み、各プライキャリアは、少なくとも1つのプライセグメントを支持するように構成されたプライ支持面を画定する。本システムはまた、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形された細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルも含む。細長いプライ成形面はまた、複数のプライセグメントを受け入れて、複合材料の複数のプライを画定するようにも構成されている。複合材料の複数のプライは、少なくとも部分的に複合構造を画定する。本システムは更に、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから中間の場所まで選択的に搬送するように構成されたキャリア移送装置を含む。本システムはまた、中間の場所において選択されたプライキャリアを受け入れて、細長いプライ成形面の選択された部分の上で、選択されたプライキャリアと、それぞれのプライセグメントを変形させるように構成された成形機も含む。成形機は更に、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライセグメントから分離させて、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置へ戻すように構成されている。本システムは、キャリア移送装置と成形機の操作を制御するようにプログラミングされたコントローラを含みうる。

30

40

【0006】

本方法は、複合構造を製造する方法、及び/又はシステムを操作する方法を含む。本方法は、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所まで搬送することを含む。細長い成形マンドレルは、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形された細長いプライ成形面を画定する。細長い成形マンドレルは更に、複数のプライセグメントを受け入れて、複合材料の複数のプライを画定するように構成されている。複合材料の複数のプライは、複合構造を少なくとも部分

50

的に画定する。本方法は更に、細長い成形マンドレルの長さに沿って成形機を選択された場所まで平行移動させて、成形機で選択されたプライキャリアを受け入れることを含む。本方法はまた、成形機で、細長いプライ成形面の選択された部分の上で選択されたプライキャリアとそれぞれのプライセグメントを変形させることも含む。それぞれのプライセグメントは、変形させている間、選択されたプライキャリアによって支持される。本方法は更に、それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面の選択された部分上に保持しながら、それぞれのプライセグメントを選択されたプライキャリアから取り外すことを含む。本方法はまた、成形機で、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアへ戻すことも含む。本方法は更に、複数のプライキャリアで、搬送することと、平行移動させることと、受け入れることと、変形させることと、取り外すことと、戻すこととを繰り返して、複数のプライセグメントを細長いプライ成形面上に位置づけして、未硬化複合構造を少なくとも部分的に製造する及び/又は画定することを含む。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明に係るシステム及び方法を使用して製造されうる複合構造を含む航空機の一例を示す図である。

【図2】図1の航空機の一部を形成しうる翼の一例を示す図である。

【図3】本発明に係る複合構造の製造システムの概略図である。

【図4】本発明に係る、複合構造の製造システムの略概略上面図である。

【図5】本発明に係る、複合構造の製造システムの略概略輪郭図である。

20

【図6】本発明に係るプライキッティングエリアの一部の略概略図である。

【図7】本発明に係るプライキッティングエリアの一部の略概略図である。

【図8】本発明に係るプライキッティングエリアの一部の略概略図である。

【図9】本発明に係る、プライキャリアマガジンからプライキャリアを受け入れるキャリア移送装置の略概略図である。

【図10】本発明に係る複数のプライキャリアの略概略図である。

【図11】本発明に係る、成形機まで細長い成形マンドレルに沿ってプライキャリアを搬送しているキャリア移送装置の略概略図である。

【図12】本発明に係る、キャリア移送装置からプライキャリアを受け入れる成形機の略概略図である。

30

【図13】本発明に係る、成形機から細長い成形マンドレルに沿ってプライキャリアを搬送しているキャリア移送装置の略概略図である。

【図14】未硬化複合構造を細長い成形マンドレルから取り外すところを示す、未硬化複合物移送装置の略概略図である。

【図15】本発明に係る複合構造を製造する方法を示すフロー図である。

【図16】航空機の製造及び保守方法のフロー図である。

【図17】航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1～15は、システム18及び/又は方法300を用いて製造されうる及び/又は加工されうる本発明に係る複合構造の製造システム18、本発明に係る方法300、及び/又は複合構造800、及び/又は未硬化複合構造810の例を提供するものである。同様の、又は少なくとも実質的に同様の目的に適う要素には、図1から図15各々において類似の番号が表示され、これらの要素については本明細書において、図1から図15各々を参照する際に詳細が述べられないこともある。同様に、すべての要素が図1から図15各々に表示されるわけではないが、本明細書においてそれらに関連する参照番号は一貫して使用されるだろう。図1から図15のうちの一又は複数を参照して本明細書で説明される要素、構成要素及び/又は特徴は、本発明の範囲から逸脱することなく、図1から図15の何れかに含まれ得る及び/又は図1から図15の何れかで用いられ得る。

40

【0009】

50

原則として、所与の（即ち、特定の）実施形態に含まれるであろう要素は、実線で示される一方で、所与の実施形態に対してオプションの要素は、破線で示される。しかしながら、実線で示される要素が、すべての実施形態に必ずしも必須というわけではなく、本開示の範囲を逸脱しなければ、所与の実施形態から省略されてもよい。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明に係るシステム 1 8 及び / 又は方法 3 0 0 を用いて少なくとも部分的に構成されうる複合構造 8 0 0 を含む航空機 7 0 0 の一例である。図 2 は、航空機 7 0 0 の一部を形成しうる翼 7 4 0 の一例である。航空機 7 0 0 は、機体 7 1 0、胴体 7 2 0、胴体パレル 7 3 0、翼 7 4 0、及び / 又は安定板 7 5 0 を含む複数の構成要素を含みうる。

【 0 0 1 1 】

航空機 7 0 0 の複合構造 8 0 0 は、航空機 7 0 0 の任意の好適な構成要素の一部を形成しうる、複合材料の複数のプライ 9 0 を含みうる。一例として、図 1 に示すように、航空機 7 0 0 は、航空機 7 0 0 及び / 又は複数のストリンガー 7 7 0 の任意の好適な部分の外表面を形成しうる、カバーしうる、及び / 又は外表面になりうる外板セグメント 7 9 0 を含んでいてよく、これは複数のフレーム 7 8 0 と共に、外板セグメント 7 9 0 の内表面を支持しうる。別の例として、図 2 に示すように、翼 7 4 0 は翼の長さに沿って延在しうる複数の翼ストリンガー 7 4 2 を含みうる。翼 7 4 0 はまた、複数のリブ 7 4 4 も含みうる。翼ストリンガー 7 4 2 及びリブ 7 4 4 は共に、翼 7 4 0 をカバーする外板セグメント 7 9 0 の内表面 7 4 8 を支持しうる、翼 7 0 0 の内側支持構造 7 4 6 の少なくとも一部を形成しうる、及び / 又は画定しうる。これらの外板セグメントは、本明細書において翼外板セグメント 7 9 0 とも称されうる。外板セグメント 7 9 0（又は翼外板セグメント 7 9 0）、ストリンガー 7 7 0、フレーム 7 8 0、翼ストリンガー 7 4 2、リブ 7 4 4、及び / 又は内側支持構造 7 4 6 は、少なくとも部分的に、又は全体的に複合材料のプライ 9 0 から製造されうることは、本発明の範囲内である。

【 0 0 1 2 】

図 3 は、本発明に係る複合構造の製造システム 1 8 の概略図である。複合構造の製造システム 1 8 は、本明細書において、製造システム 1 8、細長い複合構造の製造システム 1 8、及び / 又はシステム 1 8 とも称されうる。

【 0 0 1 3 】

図 3 の実線で示すように、システム 1 8 は複数のプライキャリア 2 0、細長い成形マンドレル 3 2、キャリア移送装置 4 0、及び成形機 5 0 を含む。各プライキャリア 2 0 は、一又は複数のプライセグメント 9 2 を少なくとも一時的に支持するように構成されたプライ支持面 2 2 を含む、及び / 又は画定する。プライセグメント 9 2 は本明細書に更に詳しく説明するように、複合材料から製造され得、細長い成形マンドレル 3 2 上にレイアップして、積み上げて、位置づけして、配置して、及び / 又は層状に形作って、未硬化複合構造 8 1 0 を製造する及び / 又は画定し得、これを硬化させて複合構造 8 0 0 が製造されうる。細長い成形マンドレル 3 2 は、細長いプライ成形面 3 4 を有しうる、及び / 又は画定しうる。細長いプライ成形面 3 4 は、複合構造 8 0 0 の表面の輪郭を画定するように成形され、複数のプライセグメント 9 2 を受け入れる、及び / 又は支持するように構成される。システム 1 8 はオプションとして、本明細書に更に詳しく説明するように、追加の構造、構成要素、及び / 又は特徴を含みうる、及び / 又は追加の機能を実施しうる。

【 0 0 1 4 】

システム 1 8 の動作中に、キャリア移送装置 4 0 は、選択されたプライキャリア 2 1 を、選択されたプライキャリア 2 1 によって支持されうる一又は複数のそれぞれのプライセグメント 9 2 と共に、プライキッキングエリア 1 0 0 から、及び / 又はそのプライキャリアステージングエリア 1 0 2 から中間の場所 1 8 0 へ選択的に搬送するように構成されうる。一例として、中間の場所 1 8 0 は、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿った、予め定められた、予め選択された、及び / 又は選択された場所 3 6 を含みうる、及び / 又は既定の、予め選択された、及び / 又は選択された場所 3 6 でありうる。別の例として、中間の場所 1 8 0 は、プライキャリアステージングエリア 1 0 2、及び / 又はプライキャリ

10

20

30

40

50

アステージングエリア 102 から間隔を置いて配置された別のプライキャリアステージングエリアを含みうる、及び/又はプライキャリアステージングエリア 102、及び/又はプライキャリアステージングエリア 102 から間隔を置いて配置された別のプライキャリアステージングエリアでありうる。

【0015】

成形機 50 は、選択されたプライキャリア 21 を中間の場所 180 から、及び/又はキャリア移送装置 40 から（直接及び/又は間接的に）受け取り、細長いプライ成形面 34 の選択された部分 38 の上で、一又は複数のそれぞれのプライセグメント 92 と共に選択されたプライキャリア 21 を変形させるように構成されうる。この変形プロセスの間、一又は複数のそれぞれのプライセグメント 92 は、選択されたプライキャリア 21 と、細長いプライ成形面 34 の選択された部分 38 との間に位置づけられうる。続いて、成形機 50 は、それぞれのプライセグメント 92 が細長いプライ成形面 34 の選択された部分 38 によって支持されるように、選択されたプライキャリア 21 をそれぞれのプライセグメント 92 から分離させうる。成形機 50 は次に、選択されたプライキャリア 21 を、キャリア移送装置 40 に戻すことができ、キャリア移送装置 40 は選択されたプライキャリア 21 をプライキャリアステージングエリア 102 へ戻しうる。

10

【0016】

上述したプロセスは任意の好適な回数繰り返され、任意の好適な数のプライセグメント 92 が細長いプライ成形面 34 上に位置づけられうる。一例として、成形機 50 は、細長い成形マンドレル 32 の長さに沿って平行移動し、細長い成形マンドレル 32 の長さに沿う複数の異なる選択された場所 36 において、複数の選択されたプライキャリア 21 と、それぞれのプライセグメント 92 を受入れ、変形させるように構成されうる。これを図 3 に、（成形機 50 を点線で示す）選択された第 1 の場所と、（成形機 50 を実線で示す）選択された第 2 の場所との間で平行移動する成形機 50 によって示す。これに加えて、又はその代わりに、図 3 の点線は、単一の細長い成形マンドレル 32 が、それに関連する複数の成形機 50 を有しうることを示しうる。

20

【0017】

この成形機 50 の動きにより、プライセグメント 92 が細長いプライ成形面 34 の長さに沿って端と端が接するように位置づけ及び/又は配置され、未硬化複合構造 810 の所定のプライ 90 又は層 90 が生成、製造、及び/又は画定されることが可能になり得る。これに加えて、又はその代わりに、プライセグメント 92 は、細長いプライ成形面 34 上に重ね合わさった、積み重なった、又は層状の形で位置づけ、及び/又は配置され、未硬化複合構造 810 の複数の異なる、又は層状のプライ 90 が生成、製造、及び/又は画定されうる。

30

【0018】

図 3 の点線で示すように、システム 18 は更に、複数のプライキッティングツール 60 を含みうる。プライキッティングツール 60 は、例えばプライセグメント 92 を複合材料の複合原料 88 からカットすることによって、プライセグメント 92 を製造するように適合、構成、設計、及び/又は構築されうる。プライキッティングツール 60 は自動であってよい。上記のように、プライキッティングツール 60 は、本明細書において自動化されたプライキッティングツール 60、及び/又は数値制御されたプライキッティングツール 60 とも称されうる。一例として、プライキッティングツール 60 は、複数のプライキッティングロボット 62 を含みうる、及び/又は複数のプライキッティングロボット 62 でありうる。

40

【0019】

本明細書に更に詳しく説明するように、プライセグメント 92 は、複数の異なる構成を有しうる及び/又は画定しうる。例として、異なるプライセグメント 92 は、細長いプライ成形面 34 の特定部分及び/又は予め定められた部分に受け入れられるように成形されうる、及び/又は未硬化複合構造 810 の特定部分を画定するように成形されうる。上記のように、異なるプライセグメント 92 は、異なる形状、組成、及び/又は異なる繊維配

50

向を有し、及び／又は画定し得、及び／又は異なる複合原料 88 から製造されうる。

【0020】

既定の時点において、各プライキッティングツール 60 は、例えば既定の、又は予め定められた形状、組成及び／又は繊維配向を有しうるそれぞれのプライセグメント 92 を製造及び／又は画定するように適合、構成、及び／又はプログラミングされうる。加えて、各プライキッティングツール 60 は、プライキッティングツール 60 の残り部分から独立して動作するように適合、構成、及び／又はプログラミングされうる。更に、プライキッティングツール 60 は、少なくとも一部には互いに同時に、動作するあるいはそれぞれのプライセグメント 92 を製造するように構成されうる。上記のように、プライキッティングツール 60 によって同時に製造される及び／又は画定されるプライセグメント 92 は複数の異なる構成を有し及び／又は画定し得、システム 18 は、本明細書に更に詳しく説明するように、個々のプライセグメント 92 の場所を追跡する、又は在庫を維持するように構成されうる。

10

【0021】

図 3 の点線でも示すように、システム 18 は更に複数のプライセグメント位置づけ装置 70 を含みうる。プライセグメント位置づけ装置 70 は、各プライキャリア 20 上に少なくとも 1 つのプライセグメント 92 を位置づけするように構成されうる。既定のプライセグメント位置づけ装置 70 が、対応するプライキッティングツール 60 とは別なものでありうる、及び／又は異なっていて良いことは、本発明の範囲内である。しかしながら、既定のプライセグメント位置づけ装置 70 が、対応するプライキッティングツール 60 の一部を形成しうることも本発明の範囲内である。プライセグメント位置づけ装置 70 は、プライキッティングツール 60 によるプライセグメント 92 の製造に続いて、プライキャリア 20 上にプライセグメント 92 を位置づけしうる及び／又は配置しうる。これに加えて、又はその代わりに、プライセグメント位置づけ装置 70 は、複合原料 88 をプライキャリア 20 上に位置づけする及び／又は配置することができ、続いて複合原料 88 がプライキッティングツール 60 によって変更されて、一又は複数のプライセグメント 92 が製造される。

20

【0022】

プライセグメント位置づけ装置 70 は、自動であってよい。上記のように、プライセグメント位置づけ装置 70 は、本明細書では、自動プライセグメント位置づけ装置 70 及び／又は数値制御されたプライセグメント位置づけ装置 70 とともに称されうる。一例として、プライセグメント位置づけ装置 70 は、プライ位置づけロボット 72 を含みうる、及び／又はプライ位置づけロボット 72 でありうる。

30

【0023】

プライセグメント位置づけ装置 70 は、プライセグメント 92 を対応するプライキャリア 20 上に真空圧縮させるように構成されうる。上記のように、プライセグメント位置づけ装置 70 は、セグメント真空圧縮構造 74 を含みうる、及び／又はそれに関連付けされうる。

【0024】

既定のプライセグメント位置づけ装置 70 は、既定のプライキャリア 20 上に任意の好適な数のプライセグメント 92 を位置づけするように構成されうることは本発明の範囲内である。一例として、既定のプライセグメント位置づけ装置は、既定のプライキャリア 20 上に単一のプライセグメント 92 を位置づけするように構成されうる。別の例として、既定のプライセグメント位置づけ装置は、既定のプライキャリア 20 上に少なくとも 2 つのプライセグメント 92 を位置づけするように構成されうる。

40

【0025】

既定のプライセグメント位置づけ装置 70 が、2 つ以上のプライセグメント 92 を既定のプライキャリア 20 上に位置づけする時に、2 つ以上のプライセグメント 92 は任意の好適な方法で位置づけすることができる。一例として、2 つ以上のプライセグメント 92 を、複数の積み重なったプライセグメント 92 が画定されるように位置づけしうる。別の

50

例として、2つ以上のプライセグメント92を既定のプライキャリア20上に、間隔を置いて配置する形で位置づけしうる。更に別の例として、既定のプライキャリア20によって支持される第1のプライセグメント92の第1の繊維配向は、既定のプライキャリア20によって支持される第2のプライセグメント92の第2の繊維配向とは異なっていてよい。

【0026】

図3の点線で更に示すように、システム18は複数のプライキャリアマガジン28を含みうる。各プライキャリアマガジン28は、それぞれの複数のプライキャリア20と、複数のプライキャリア20によって支持されうる対応するプライセグメント92（複数可）を格納する、収納する、封入する、及び/又は他の方法で支持するように構成されうる。例として、各プライキャリアマガジン20は、少なくとも2つ、少なくとも3つ、少なくとも4つ、少なくとも5つ、少なくとも6つ、少なくとも7つ、少なくとも8つ、又は少なくとも10のプライキャリア20を格納するように構成されうる。

10

【0027】

プライキャリアマガジン28は、任意の好適な方法でプライキャリア20を支持しうる。一例として、プライキャリアマガジン20は複数のスロットを含みうる。複数のスロットは、間隔を置いて配置され、それぞれの複数のプライキャリア20を受け入れる及び/又は支持するように構成されうる。

【0028】

プライキャリアマガジン28はまた、それぞれの複数のプライキャリア20を汚染から、周囲環境から、及び/又は粒子物質から保護するようにも構成されうる。加えて、プライキャリアマガジン28は、それぞれの複数のプライキャリア20を垂直方向、又は少なくとも実質的に垂直方向に保持するように構成されうるが、これは必須ではなく、プライキャリアマガジン28はこれに加えて、又はその代わりに、それぞれの複数のプライキャリア20を水平方向、又は少なくとも実質的に水平方向に保持するように構成されうる。必須ではないが、上記垂直方向により、プライキャリアマガジン28によって必要とされる床面積が縮小されることで、システム18の空間効率が上がりうる。

20

【0029】

これもまた図3に点線で示すように、システム18は、マガジン移送装置80を含みうる。マガジン移送装置80は、本明細書で更に詳しく説明するように、プライキッキングエリア100内で、プライキャリアマガジン28を選択的に搬送する、及び/又はキッキングツールエリア104とプライキャリアステーキングエリア102との間で選択的に搬送するように構成されうる。マガジン移送装置80は、自動であってよい。上記のように、マガジン移送装置80はまた、本明細書において自動マガジン移送装置80とも称されうる。更に具体的な例として、マガジン移送装置80は、自動案内輸送手段82及び/又はマガジン移送ロボット84を含みうる、及び/又は自動案内輸送手段82及び/又はマガジン移送ロボット84でありうる。

30

【0030】

図3に点線で更に示すように、システム18は、プライキッキングエリア100及びプライアセンブリエリア110に分離されうるが、必ずしもそうでなくてよい。プライキッキングエリア100は、プライキャリアマガジン28（複数可）、プライキッキングツール60（複数可）、プライセグメント位置づけ装置70（複数可）、及び/又はマガジン移送装置80（複数可）を含みうる、格納しうる、及び/又は収納しうる。プライアセンブリエリア110は、一又は複数の細長い成形マンドレル32、一又は複数のキャリア移送装置40、及び/又は一又は複数の成形機50を含みうる、格納しうる、及び/又は収納しうる。加えて、キャリア移送装置40は、プライキッキングエリア100から選択されたプライキャリア21を取得する、及び/又は選択されたプライキャリア21をプライキッキングエリア100からプライアセンブリエリア110まで移送するように構成されうる。

40

【0031】

50

プライキッティングエリア100及びプライアセンブリエリア110は、同じ階、又は高さ、又は異なる階、又は高さ位置づけされうことは本発明の範囲内である。一例として、プライキッティングエリア100は、プライアセンブリエリア110よりも高いところにある場合がある。あるいは、プライアセンブリエリア110が、プライキッティングエリア100よりも高いところにある場合がある。別の言い方をすれば、プライキッティングエリア100及びプライアセンブリエリア110は、少なくとも垂直方向において互いから間隔を置いて配置されう。しかしながら、プライキッティングエリア100は水平方向において少なくとも部分的に、又は完全に、プライアセンブリエリア110と重なり合っていてよい。上記構成により、システム18を収容するのに要する全階数、又は建物、空間の規模を縮小させることができる。しかしながら、上記構成は全ての実施形態で要求されるものではない。従って、プライキッティングエリア100及びプライアセンブリエリア110は代替的に、水平方向において互いから間隔を置いて配置されているが、垂直方向においては互いから間隔を置いて配置されない。あるいは、プライキッティングエリア100及びプライアセンブリエリア110は、少なくとも部分的に重なり合っていてよい、及び/又は同延であってよい。

10

【0032】

プライキッティングエリア100及びプライアセンブリエリア110が異なる階、又は高さ位置している場合、キャリア移送装置40は、選択されたプライキャリア21をプライキッティングエリア100からプライアセンブリエリア110まで垂直に搬送するように構成されう。これには、選択されたプライキャリア21が垂直方向にある間、及び/又は選択されたプライキャリア21が水平方向にある間に、選択されたプライキャリア21を搬送することが含まれう。選択されたプライキャリアが垂直方向に搬送される場合、図示したように、システム18は、選択されたプライキャリア21が成形機50によって受け入れられる及び/又は変形させられる前に、選択されたプライキャリア21を水平方向に移動させるように構成されう。上記のように、キャリア移送装置40は更に、選択されたプライキャリア21が成形機50によって受け入れられる前に、選択されたプライキャリア21を垂直方向から水平方向へ選択的に回転させるように構成されうる旋回構造42を含みうる。

20

【0033】

図3にも示すように、選択されたプライキャリア21は、選択されたプライキャリアの2以上の側面にプライセグメント92を支持しうる。これらの条件下において、旋回構造42は更に、選択されたプライキャリア21に水平軸の周りを選択的に回転させる、及び/又は選択されたプライキャリア21の2以上の側面が細長い成形マンドレル32に面しうるように、及び/又は選択されたプライキャリア21の2以上の側面に支持されるプライセグメントが、細長い成形マンドレル32に対して変形しうるように、選択されたプライキャリア21を回転させるように構成されうる。

30

【0034】

説明したように、システム18の一又は複数の構成要素は、自動でありうる、及び/又は数値制御されうる。これを踏まえて、図3に点線で示すように、システム18は更に、コントローラ120を含みうる、コントローラ120に関連付けられうる、及び/又はコントローラ120と連通状態にありうる。コントローラ120は、システム18の少なくとも一部の動作を制御するように適合されうる、構成されうる、及び/又はプログラミングされうる。これには、図15を参照しながら本明細書に更に詳しく説明する、方法300の任意の好適な部分を実施することによって、システム18の動作を制御することが含まれうる。例として、コントローラ120は、キャリア移送装置40、成形機50、プライキッティングツール60、プライセグメント位置づけ装置70、マガジン移送装置80、及び/又は洗浄ステーション140の動作を制御する及び/又は調整するようにプログラミングされうる。

40

【0035】

これもまた説明したように、プライセグメント92は、様々な異なる構成を含みうる、

50

画定しうる、及び／又は有しうる。これらの条件下において、コントローラ 120 は、少なくとも一部には、既定のプライキャリア 20 によって支持されるプライセグメント 92 の構造及び／又は構成に基づいて、及び／又は少なくとも一部には選択された場所 36 に基づいて、中間の場所 180 及び／又は選択された場所 36 へ移送するために、既定のプライキャリア 20 を選択するようにプログラミングされうる。一例として、コントローラ 120 は、予め定められた、予め選択された、及び／又は指定された構成を有するプライセグメント 92 が、細長い成形マンドレル 32 の長さに沿ってそれぞれの場所に、及び／又は未硬化複合構造 810 内のそれぞれの場所に位置づけられるように、所定のプライキャリア 20 を選択しうる。

【0036】

図 3 に点線でまた示すように、システム 18 は、プライキャリア追跡システム 130 を含みうる。プライキャリア追跡システム 130 は、システム 18 に含まれうる、システム 18 に関連付けられうる、システム 18 によって用いられうる、及び／又はシステム 18 を用いて移送されうる各プライキャリア 20 及び／又は各プライセグメント 92 の場所を自動的に、定期的に、及び／又は電子的に追跡するように構成されうる。加えて、プライキャリア追跡システム 130 は、プライキャリア 20 によって支持される各プライセグメント 92 の構造、形態、及び／又は構成を追跡するようにも構成されうる。

【0037】

プライキャリア追跡システム 130 は、任意の好適な方法でプライキャリア 20 及び／又はプライセグメント 92 を追跡しうる。一例として、プライキャリア追跡システム 130 は、各プライキャリア 20 に関連付けられうる、各プライキャリア 20 に取り付けられうる、及び／又は各プライキャリア 20 によって画定されうる固有の識別構造 134 を含みうる。固有の識別構造 134 の例には、任意の好適なバーコード及び／又は無線自動識別 (RFID) タグが含まれる。

【0038】

図 3 に、プライキャリア追跡システム 130 がコントローラ 120 に含まれうる、及び／又はコントローラ 120 の一部を形成しうることを示すために、コントローラ 120 と部分的に重なり合っているプライキャリア追跡システム 130 を示す。しかしながら、プライキャリア追跡システム 130 は、コントローラ 120 とは別々でありうる、異なっていてよい、及び／又は間隔を置いて配置されうることもまた本発明の範囲内である。これらの条件下において、システム 18 は更に、コントローラ 120 及びプライキャリア追跡システム 130 との間の通信を拡大しうる及び／又は可能にしうる通信網 132 を含みうる。

【0039】

図 3 に点線で示すように、システム 18 は、未硬化複合移送装置 150 も含みうる。未硬化複合移送装置 150 は、未硬化複合構造 810 を細長い成形マンドレル 32 の細長いプライ成形面 34 から選択的に取り外すように構成されうる。これには、未硬化複合構造 810 を画定する複数のプライセグメント 92 を細長いプライ成形面から取り外すことが含まれうる。未硬化複合移送装置 150 の例は、米国特許出願第 14 / 633979 号明細書に開示されている。

【0040】

図 3 に点線で更に示すように、システム 18 は硬化マンドレル 160 を含みうる。未硬化複合移送装置 150 は、未硬化複合構造 810 の硬化を可能にする及び／又は促進して、少なくとも部分的に複合構造 800 を製造する及び／又は画定するために、細長い成形マンドレル 32 から硬化マンドレル 160 まで未硬化複合構造 810 を移送する及び／又は搬送するように構成可能である。しかしながら、これは全ての実施形態で要求されているわけではない。一例として、システム 18 は、細長い成形マンドレル 32 上の未硬化複合構造 810 を硬化させるように構成されうる。

【0041】

硬化マンドレル 160 がある場合、硬化マンドレル 160 は未硬化複合移送装置 150

10

20

30

40

50

から未硬化複合構造 810 を受け入れるように構成される場合があり、硬化マンドレル 160 が一又は複数の追加の及び / 又は別の未硬化複合構造 810 を受け入れるようにも構成される場合があることは本発明の範囲内である。これらの条件下において、複数の別々の未硬化複合構造 810 を用いて、別々の未硬化複合構造を硬化マンドレル 160 上で硬化させた後に、複合構造 800 を製造しうる及び / 又は画定しうる。

【0042】

システム 18 はまた、加熱装置 170 も含みうる。加熱装置 170 は、細長い成形マンドレル 32 と関連付けられうる、硬化マンドレル 160 と関連付けられうる、及び / 又は未硬化複合構造 810 を硬化させて複合構造 800 を製造するために未硬化複合構造 810 を加熱するように構成されうる。これには、未硬化複合構造 810 が、細長い成形マンドレル 32 及び / 又は硬化マンドレル 160 上に位置づけられている、及び / 又は細長い成形マンドレル 32 及び / 又は硬化マンドレル 160 によって支持されている間に、未硬化複合構造 810 を加熱することが含まれうる。

10

【0043】

本明細書に更に詳しく説明するように、システム 18 は、例えば所与のプライキャリア 20 上に第 1 のプライセグメント 92 を位置づけするために、所与のプライキャリア 20 及び第 1 のプライセグメント 92 を細長い成形マンドレル 32 上で成形機 50 で変形させるために、そして続いて第 2 のプライセグメント 92 を所与のプライキャリア 20 上に位置づけするために、プライキャリア 20 を再利用するように構成されうる。これらの条件下では、プライキャリア 20 を再利用する前に、プライキャリア 20 をクリーニングする及び / 又は洗浄することが望ましい場合がある。これを踏まえて、システム 18 はまた洗浄ステーション 140 も含みうる。洗浄ステーション 140 は、それぞれのプライセグメント 92 がプライキャリア 20 から取り外された後に、プライキャリア 20 を受け入れるように構成されうる。加えて、洗浄ステーション 140 は、例えばプライキャリア 20 でのその後の再利用を促進するために、プライキャリア 20 を選択的にクリーニングするように構成されうる。

20

【0044】

プライキャリア 20 を次に、例えばプライセグメント位置づけ装置 70 が別のプライセグメント 92 をプライキャリア 20 上に位置づけることが可能になるように、プライキッティングエリア 100 へ、プライキャリアステージングエリア 102 へ、キッティングツールエリア 104 へ、及び / 又はプライセグメント位置づけ装置 70 へ戻しうる。システム 18 は洗浄ステーション 140 を含まなくてよい、及び / 又はプライキャリア 20 を、洗浄ステーション 140 によって洗浄せずに、プライセグメント位置づけ装置 70 へ戻しうることは、本発明の範囲内である。

30

【0045】

プライキャリア 20 は、プライ支持面 22 を画定しうる及び / 又は一又は複数のプライセグメント 92 を支持しうる任意の好適な構造を含みうる、及び / 又は任意の好適な構造でありうる。プライキャリア 20 及び / 又はプライキャリア 20 のプライ支持面 22 は、任意の好適な構造及び / 又は材料を含みうる、及び / 又は任意の好適な構造及び / 又は材料から構成されうる。例として、プライキャリア 20 及び / 又はプライキャリア 20 のプライ支持面は、弾性材料、柔軟性材料、及び / 又はラテックスシートから構成されうる。更なる例として、プライキャリア 20 はまた、プライキャリア 20 の長さに沿って延在している剛性の、又は少なくとも実質的に剛性の、細長い支持材も含みうる。プライキャリア 20 の例は、米国特許第 8551380 明細書及び米国公開特許広報第 2014/0190625 号明細書に開示されている。

40

【0046】

細長い成形マンドレル 32 は、細長いプライ成形面 34 を有しうる及び / 又は画定しうる、及び / 又は細長いプライ成形面 34 によって画定されうるプライセグメント 92、及び / 又は未硬化複合構造 810 を支持しうる任意の好適な構造を含みうる、及び / 又は任意の好適な構造でありうる。説明したように、複数のプライセグメント 92 を細長い成形

50

マンドレル 3 2 の長さに沿って間隔を置いて配置して、未硬化複合構造 8 1 0 の所定のプライ 9 0 を画定しうる。上記のように、細長いプライ成形面 3 4 の長さは、細長いプライ成形面 3 4 によって支持されうる複数のプライセグメント 9 2 の内のいずれか 1 つの長さよりも長くてよい。例として、細長いプライ成形面 3 4 の長さは、複数のプライセグメント 9 2 のいずれかの長さ、あるいは最も長いプライセグメント 9 2 の長さよりも少なくとも 4 倍、少なくとも 6 倍、少なくとも 8 倍、少なくとも 1 0 倍、少なくとも 1 5 倍、又は少なくとも 2 0 倍長くてよい。これに加えて、又はその代わりに、細長いプライ成形面 3 4 は、少なくとも 5 メートル、少なくとも 1 0 メートル、少なくとも 1 5 メートル、少なくとも 2 0 メートル、少なくとも 2 5 メートル、少なくとも 3 0 メートル、少なくとも 3 5 メートル、又は少なくとも 4 0 メートルの長さを有しうる、及び / 又は画定しうる。

10

【 0 0 4 7 】

プライセグメント 9 2 が細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って間隔を置いて配置される時は、隣接するプライセグメント 9 2 は任意の好適な方法で互いに当接しうる。一例として、隣接するプライセグメント 9 2 は、その間にバツスプライスを画定しうる。別の例として、隣接するプライセグメント 9 2 は、その間にオーバーラップスプライスを画定しうる。

【 0 0 4 8 】

細長いプライ成形面 3 4 は、任意の好適な形状を有し得る及び / 又は画定し得る。一例として、細長いプライ成形面 3 4 は、非平面形状を画定し得る。これらの条件下において、細長いプライ成形面 3 4 は、本明細書では非平面の細長いプライ成形面 3 4 とも称され得る。更に具体的な例として、細長いプライ成形面 3 4 は、航空機のストリンガーの表面の輪郭を画定するように成形され得る。これには、航空機の、及び / 又は航空機の翼の任意の好適なブレードストリンガー、ハット型ストリンガー、及び / 又はベントストリンガーが含まれ得る。

20

【 0 0 4 9 】

キャリア移送装置 4 0 は、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿ってプライキャリアステージングエリア 1 0 2 から選択された場所 3 6 へ選択されたプライキャリア 2 1 を選択的に搬送するように適合及び / 又は構成され得る、選択されたプライキャリア 2 1 をプライキャリアマガジン 2 8 から取り外すように適合及び / 又は構成され得る、及び / 又は選択されたプライキャリア 2 1 をプライキャリアマガジン 2 8 、洗浄ステーション 1 4 0 、及び / 又はプライキッティングエリア 1 0 0 へ戻すように適合及び / 又は構成され得る任意の好適な構造を含み得る及び / 又は任意の好適な構造であり得る。これは図 3 の、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿った第 1 の場所において点線で示される、及び選択された場所 3 6 において実線で示されるキャリア移送装置 4 0 によって示されている。

30

【 0 0 5 0 】

キャリア移送装置 4 0 は、コントローラ 1 2 0 によって制御され得る。これらの条件下では、キャリア移送装置 4 0 は、本明細書において自動キャリア移送装置 4 0 、及び / 又は数値制御されたキャリア移送装置 4 0 とも称されうる。加えて又は代わりに、キャリア移送装置 4 0 はキャリア移送ロボット 4 4 を含み得る、及び / 又はキャリア移送ロボット 4 4 であり得る。

40

【 0 0 5 1 】

説明したように、キャリア移送装置 4 0 は、複数の異なる選択されたプライキャリア 2 1 を選択的に、及び連続的に搬送するように適合、構成、設計、構築、及びプログラミングされうる。これには、複数の異なる選択されたプライキャリアを、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って、中間の場所 1 8 0 へ及び / 又は複数の異なる選択された場所 3 6 へ搬送することが含まれ得る。これにはまた、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って選択されたプライキャリア 2 1 を水平に搬送することも含み得る。成形機 5 0 は、複数の選択されたプライキャリアを選択的に及び連続的に受け入れて、及び細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿ったそれぞれの場所で、複数の選択されたプライキャリアの各プライキャリアを変形させることにより、プライ 9 0 及び / 又は未硬化複合構造 8 1 0 を画定する

50

ように構成され得る。

【 0 0 5 2 】

キャリア移送装置 4 0 が、成形機 5 0 によって選択されたプライキャリア 2 1 が受け入れられた後、及び選択されたプライキャリアを成形機からキャリア移送装置へ戻す前に、ステージングの場所へ移るように構成され得ることは、本発明の範囲内である。キャリア移送装置 4 0 は、選択されたプライキャリア 2 1 を成形機 5 0 からキャリア移送装置 4 0 へ戻した後で、選択されたプライキャリア 2 1 をプライキャリアマガジン 2 8 へ戻すように構成され得ることも本発明の範囲内である。

【 0 0 5 3 】

成形機 5 0 は、選択されたプライキャリア 2 1、及びそれぞれのプライセグメント 9 2 を変形させ、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライセグメント 9 2 から分離させ、及び/又は選択されたプライキャリアをキャリア移送装置 4 0 へ戻すように適合、構成、設計、構築、及び/又はプログラミングされ得る任意の好適な構造を含み得る。これには、成形機 5 0 の一部を形成し得る変形装置 5 1 で選択されたプライキャリアと、それぞれのプライセグメントを変形させること、及び/又は成形機 5 0 の一部を形成し得るプライ取り外し構造 5 3 で、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライセグメントから分離させることが含まれうる。

10

【 0 0 5 4 】

成形機 5 0 は、自動であってよい。このため、成形機 5 0 は、本明細書において自動成形機 5 0、及び/又は数値制御された成形機 5 0 とも称されうる。一例として、成形機 5 0 は、成形ロボット 5 2 を含み得る及び/又は成形ロボット 5 2 であり得る。

20

【 0 0 5 5 】

成形機 5 0 は、選択されたプライキャリア 2 1 と、それぞれのプライセグメント 9 2 を、細長いプライ成形面 3 4 の長手軸に対して直角の方向に変形させるように構成され得る。これには、細長いプライ成形面 3 4 の周囲に、選択されたプライキャリア 2 1 と、それぞれのプライセグメント 9 2 を巻き付けることを含み得る。

【 0 0 5 6 】

説明したように、成形機 5 0 は、細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って平行移動するように構成され得る。この平行移動を促進するために、成形機 5 0 は、成形機平行移動装置 5 4 を含み得る。成形機平行移動装置 5 4 は、例えば細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って成形機 5 0 を選択的に平行移動させるように構成され得るモータ、及び/又は線形アクチュエータ等の任意の好適な構造を含み得る。

30

【 0 0 5 7 】

成形機 5 0 はまた、成形機圧縮装置 5 6 も含み得る。成形機圧縮装置 5 6 は、細長いプライ成形面の選択された部分 3 8 にそれぞれのプライセグメント 9 2 を圧縮させるように構成されうる。

【 0 0 5 8 】

説明したように、成形機 5 0 は、選択されたプライキャリア 2 1 をキャリア移送装置 4 0 から受け入れるように構成され得る。上記のように、成形機 5 0 は、選択されたプライキャリア 2 1 を動作可能に受け入れる、保持する、及び/又は支持するように構成され得るエンドエフェクタ 5 8 を含み得る。

40

【 0 0 5 9 】

プライセグメント 9 2 は、プライ 9 0、未硬化複合構造 8 1 0、及び/又は複合構造 8 0 0 を少なくとも部分的に画定しうる任意の好適な構造及び/又は材料を含み得る、及び/又はプライ 9 0、未硬化複合構造 8 1 0、及び/又は複合構造 8 0 0 を少なくとも部分的に画定しうる任意の好適な構造及び/又は材料でありうる。例として、一又は複数のプライセグメント 9 2 は、繊維ガラス、繊維ガラス布、炭素繊維、炭素繊維布、布、予め含浸させた(プリプレグ)複合材料、樹脂材料及び/又はエポキシ樹脂の内の一又は複数を含み得る。

【 0 0 6 0 】

50

図４～１４は、本発明に係る複合構造の製造システム１８の略概略図である。図４～１４のシステム１８は、図３のシステム１８の更なる詳細図を含みうる、及び／又は図３のシステム１８の更なる詳細図であってよい。上記のように、図４～１４のうちのいずれかを参照して本明細書で説明されるシステム１８の構造、機能、構成要素及び／又は特徴のいずれかは、本発明の範囲から逸脱することなく、図３のシステム１８に含まれ得る及び／又は図３のシステム１８で用いられ得る。同様に、図３のシステム１８の構造、機能、構成要素及び／又は特徴のいずれかは、本発明の範囲から逸脱することなく、図４～１４のシステム１８に含まれうる、及び／又は図４～１４のシステム１８で用いられ得る。

【００６１】

図４は、本発明による複合構造の製造システム１８の略概略上面図であり、図５は、複合構造の製造システム１８の略概略輪郭図である。図４～５に示すように、システム１８は、ブライアセンブリエリア１１０内に配置されうる、複数の細長い成形マンドレル３２と、関連付けられた複数の成形機５０を含みうる。

【００６２】

本明細書で説明したように、成形機５０は、細長い成形マンドレル３２の長さに沿って移動する及び／又は平行移動するように構成される場合があり、これは、図４～５にそれぞれの成形マンドレル３２の長さに沿って異なる場所に位置づけされている成形機５０によって示される。これもまた図４～５に示すように、システム１８は更に、ブライキッティングエリア１００内に配置されうる複数のブライキッティングツール６０を含みうる。ブライキッティングエリア１００はまた、複数のブライキャリアマガジン２８も含みうる。

【００６３】

図６～８は、本発明に係るブライキッティングエリア１００の一部の略概略図である。図６に示すように、ブライキッティングツール６０は、その上に一又は複数のブライセグメント９２が位置づけされたブライキャリア２０を受け入れるように構成されうるブライキッティングロボット６２を含みうる。ブライキッティングロボット６２は、ブライキャリア２０の保管及び／又はステージングのために、ブライキャリア２０をブライキャリアマガジン２８内に位置づけしうる。

【００６４】

図６に更に示すように、ブライキッティングツール６０はまた、それぞれのブライキャリア２０上にブライセグメント９２を動作可能に位置づけするように構成されうる、ブライセグメント位置づけ装置７０も含みうる、及び／又はブライセグメント位置づけ装置７０に関連付けられうる。説明したように、ブライセグメント位置づけ装置７０は、ブライキッティングツール６０とは分離されうる、及び／又は別のものであってよい。あるいは、ブライセグメント位置づけ装置７０は、ブライキッティングツール６０及び／又はブライキッティングロボット６２の一部を形成しうる。

【００６５】

図７は、複数のブライキャリアマガジン２８を、ブライキッティングエリア１００内に、又は複数のブライキャリアマガジン２８のブライキャリアステージングエリア１０２内に位置づけしうる及び／又はステージングしうることを更に明確に示す図である。これにより、（図４～５に示すように）選択された、所与の、及び／又は予め定められたブライセグメント９２を、それぞれの細長い成形マンドレル３２上のそれぞれの成形機５０に搬送することが可能になりうる。図７に、ブライキャリアマガジン２８がそれぞれのマガジン移送装置８０に含まれうる、それぞれのマガジン移送装置８０に動作可能に取り付けられうる、及び／又はそれぞれのマガジン移送装置８０に関連付けられうることも示す。

【００６６】

図８に示すように、ブライキャリアマガジン２８は、キャリア移送装置４０が選択されたブライキャリア２１を所与のブライキャリアマガジン２８から受け入れる及び／又は取り外すことができるように、ブライキッティングエリア１００のブライキャリアステージングエリア１０２内に位置づけ、及び／又はステージングされうる。キャリア移送装置４

10

20

30

40

50

0 は次に、図 9 に示すように、選択されたプライキャリア 2 1 を対応するプライセグメント 9 2 と共に、プライキッティングエリア 1 0 0 のプライキャリアステージングエリア 1 0 2 からプライアセンブリエリア 1 1 0 へ搬送しうる。これには、選択されたプライキャリア 2 1 を垂直方向に搬送する、及び/又は選択されたプライキャリア 2 1 をそれが搬送されている間(図 1 0 に示すように)、垂直、又は直立方向 4 6 に維持することが含まれうる。

【 0 0 6 7 】

続いて、図 1 0 に示すように、キャリア移送装置 4 0 は、垂直の、又は直立方向 4 6 から水平方向 4 8 へ遷移しうる及び/又は旋回しうる。これには、キャリア移送装置 4 0 の少なくとも一部に、キャリア移送装置 4 0 の旋回構造 4 2 の周りを旋回させることが含まれうる。図 1 1 に示すように、キャリア移送装置 4 0 はそれから、選択されたプライキャリア 2 1 を、関連づけられた細長い成形マンドレル 3 2 の長さに沿って選択された場所 3 6 へ搬送しうる。これは、キャリア移送装置 4 0 の一部に関連付けられうる、及び/又はキャリア移送装置 4 0 の一部を形成しうるキャリア移送ロボット 4 4 を用いて達成されうる。

10

【 0 0 6 8 】

成形機 5 0 は選択された場所 3 6 に移動される、及び/又は選択された場所 3 6 に位置づけられる場合があり、キャリア移送装置 4 0 は選択されたプライキャリア 2 1 を成形機 5 0 へ移送しうる。これを図 1 2 に示す。成形機 5 0 はその後、選択されたプライキャリア 2 1 と、少なくとも1つのそれぞれのプライセグメント 9 2 を、細長い成形マンドレル 3 2 によって画定される細長いプライ成形面 3 4 の選択された部分 3 8 の上で変形させることができる。これに続いて、図 1 3 に示すように、キャリア移送装置 4 0 は、少なくとも1つのそれぞれのプライセグメント 9 2 を選択された部分 3 8 に保持しながら、選択されたプライキャリア 2 1 をプライキッティングエリア 1 0 0 に戻しうる。

20

【 0 0 6 9 】

本明細書に記載したように、任意の適切な数のプライセグメント 9 2 を細長いプライ成形面 3 4 上に位置づけることにより、プライセグメント 9 2 が、未硬化複合構造 8 1 0 を画定する複数の層状プライ 9 0 を生成、製造、及び/又は画定するように、このプロセスが任意の好適な回数だけ繰り返されうる。これを図 1 4 に示す。図 1 4 にはまた、本明細書において更に詳しく説明するように、その後所与の未硬化複合構造 8 1 0 を所定の細長い成形マンドレル 3 2 から取り外すために用いられうる、及び/又は未硬化複合構造 8 1 0 を硬化マンドレルへ移送するために用いられうる未硬化複合物移送装置 1 5 0 も示されている。

30

【 0 0 7 0 】

図 1 5 は、本発明による複合構造を製造する方法 3 0 0 を示すフロー図である。方法 3 0 0 は、3 0 5 において複数のプライセグメントを製造すること、3 1 0 において複数のプライキャリアの各プライキャリア上に少なくとも1つのプライセグメントを位置づけること、3 1 5 において複数のプライキャリアをプライキャリアマガジン内に保管すること、3 2 0 において複数のプライキャリアマガジンを移送すること、3 2 5 においてプライキャリアマガジンから選択されたプライキャリアを受け入れること、及び/又は3 3 0 において各プライキャリアを電子的に追跡することを含みうる。方法 3 0 0 は、3 3 5 において選択されたプライキャリアを搬送すること、3 4 0 において成形機を平行移動させること、3 4 5 において、選択されたプライキャリアを受け入れること、3 5 0 において選択されたプライキャリアを変形させること、3 5 5 においてそれぞれのプライセグメントを取り外すこと、及び3 6 0 において選択されたプライキャリアを戻すことを含む。方法 3 0 0 は更に、3 6 5 において選択されたプライキャリアをクリーニングすることを含む場合があり、3 7 0 において方法の少なくとも一部を繰り返すことを含む。方法 3 0 0 はまた、3 7 5 において硬化マンドレルに未硬化複合構造を移送すること、及び/又は3 8 0 において未硬化複合構造を硬化させることも含みうる。

40

【 0 0 7 1 】

50

305において複数のプライセグメントを製造することは、複数のプライキッティングツールで、又はこれを用いて製造することを含みうる。305において製造することは更に、複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールで、複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントを製造することを含みうる。これには、各プライキッティングツールで異なるプライセグメントを別々に製造すること、及び/又は少なくとも2つの異なるプライキッティングツールで、少なくとも2つのプライセグメントを同時に製造することを含みうる。

【0072】

本明細書で使用されるように、「複数のプライセグメントを製造すること」という表現、又は単純に「製造すること」という単語は、プライセグメントに関連して用いられる時に、プライセグメントが製造される、形成される、製作される、生成される、画定される、構築される、作り上げられる及び/又は任意の好適な方法で作られることを示しうる。一例として、また説明したように、プライセグメントは原料から製造されうる。これには、原料をカットすること、原料を分断すること、原料をレイアップすること、及び/又は原料を層状にすることが含まれうる。

10

【0073】

305において製造することは、任意の好適な方法で達成され得る。一例として、305において製造することは、複合原料からそれぞれのプライセグメントをカットすることを含みうる。より具体的な例として、305において製造することは、第1のプライセグメントを第1のプライキッティングツールで製造すること、及び第2のプライセグメントを第2のプライキッティングツールで同時に製造することを含みうる。第1のプライセグメントは、第2のプライセグメントとは異なっていてよい。例として、第1のプライセグメントは、第2のプライセグメントとは異なる境界線、外縁、及び/又は周囲形状を有しうる。別の例として、第1のプライセグメントは、第2のプライセグメントとは異なる繊維方向を有しうる。更に別の例として、第1のプライセグメントは、第2のプライセグメントとは異なる材料から、例えば異なる複合原料等から製造されうる。

20

【0074】

310において各プライキャリア上に少なくとも1つのプライセグメントを位置づけることは、本明細書において説明したように、プライセグメント位置づけ装置で位置づけること、及び/又はプライキッティングツールで位置づけることを含みうる。310において位置づけることは、各プライキャリア上に任意の好適な数のプライセグメントを位置づけること、及び/又は異なるプライセグメント、又は異なる数のプライセグメントを異なるプライキャリア上に位置づけることを含みうる。一例として、310において位置づけることは、単一のプライセグメントを少なくとも1つのプライキャリア上に位置づけることを含みうる。別の例として、310において位置づけることはまた、複数のプライセグメントを少なくとも1つのプライキャリア、又は異なるプライキャリア上に位置づけることも含みうる。これには、複数のプライセグメントにより、複数の積み重なった、又は層状のプライセグメントが画定されるように位置づけることが含まれうる。加えて又は代わりに、これにはまた、複数のプライセグメントの少なくとも一部が、少なくとも1つのプライキャリアのそれぞれのプライ支持面上の複数のプライセグメントの残り部分から間隔を置いて配置されるように、位置づけることも含まれうる。更に別の例として、310において位置づけることは、それぞれのプライ支持面上に位置づけされた第1のプライセグメントの第1の繊維方向が、それぞれのプライ支持面上に位置づけされた第2のプライセグメントの第2の繊維方向とは異なるものとなるように、位置づけることを含みうる。310において位置づけることは更に、各プライキャリア上の少なくとも1つのプライセグメントを真空圧縮させることを含みうることは本発明の範囲内である。

30

40

【0075】

315においてプライキャリアマガジン内に複数のプライキャリアを保管することは、各プライキャリアマガジン内に複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを保管する

50

ことを含みうる。これには、任意の好適な数のプライキャリアを各プライキャリアマガジンに保管すること、及び/又は少なくとも1つの他のプライキャリアマガジンと比べた時に、それと異なる数のプライキャリアを少なくとも1つのプライキャリアマガジンに保管することが含まれうる。例として、315において保管することは、少なくとも2つ、少なくとも3つ、少なくとも4つ、少なくとも5つ、少なくとも6つ、少なくとも8つ、又は少なくとも10のプライキャリアを複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンに保管することを含みうる。

【0076】

プライキャリアは、細長い軸を有しうる及び/又は画定しうる細長いプライキャリアを含みうる及び/又は細長いプライキャリアであってよいことは本発明の範囲内である。これらの条件下において、315において保管することは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを直立方向、又は少なくとも実質的に直立方向に保管することを含みうる。これには、各プライキャリアマガジン内に複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを垂直に保管する、又は配置することが含まれうる。上記構成により、本明細書で説明したように、プライキャリアマガジンの床面積要件が縮小されうる。

10

【0077】

315において保管することは更に、又は代わりに、プライキャリアマガジン囲む周囲環境から複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを保護することを含みうることも本発明の範囲内である。一例として、315において保管することは、例えばプライキャリアマガジンを密封することによって、及び/又は複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを対応するプライキャリアマガジン内に封入することによって、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットと粒子物質との間の接触を制限することを含みうる。

20

【0078】

320において複数のプライキャリアマガジンを移送することは、キッティングツールエリアからプライキャリアステージングエリアへ移送することを含みうる。これには、本明細書で例を説明したように、マガジン移送装置で移送することが含まれうる。

【0079】

325において選択されたプライキャリアをプライキャリアマガジンから受け入れることは、複数のプライキャリアマガジンのそれぞれのプライキャリアマガジンから選択されたプライキャリアを受け入れることを含んでいてよく、335において搬送する前に実施されうる。325において受け入れることは、本明細書において例として説明されるキャリア移送装置で受け入れることを含みうる。

30

【0080】

330において各プライキャリアを電子的に追跡することは、複数のプライキャリアの各プライキャリアの任意の好適なパラメータ及び/又は特性を電子的に追跡することを含みうる。一例として、330において電子的に追跡することは、複数のプライキャリアの各プライキャリアの場所を電子的に追跡することを含みうる。別の例として、330において電子的に追跡することは、加えて又は代わりに、複数のプライキャリアの各プライキャリアによって支持される少なくとも1つのプライセグメントの構造を電子的に追跡することを含みうる。更に別の例として、330において電子的に追跡することは、例えば、各プライキャリアを固有のバーコード及び/又は固有の無線自動識別タグと関連付ける及び/又は用いることを介して、複数のプライキャリアの各プライキャリアを固有に識別することを含みうる。別の例として、330において電子的に追跡することは、例えば各プライキャリアについて追跡されるパラメータ及び/又は特性等の情報のデータベースを維持することを含みうる。

40

【0081】

330において電子的に追跡することは、方法300の間に、任意の好適な時点で、及び/又は任意の好適な順序で実施されうることは、本発明の範囲内である。例として、330において電子的に追跡することは、305において成形すること、310において位置づけすること、315において保管すること、320において移送すること、325に

50

において受け入れること、335において搬送すること、340において平行移動させること、345において受け入れること、350において変形させること、355において取り外すこと、360において戻すこと、365においてクリーニングすること、及び/又は370において繰り返すことの前に、最中に、及び/又は後に実施されうる。

【0082】

335において選択されたプライキャリアを搬送することは、キャリア移送装置で選択されたプライキャリアを搬送することを含みうる。これには、選択されたプライキャリアをプライキャリアステージングエリアから、プライキッティングエリアから、プライキッティングエリアからプライアセンブリエリアへ、及び/又は細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所へ搬送することが含まれうる。細長い成形マンドレルは、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形された細長いプライ成形面を画定しうる。加えて、細長いプライ成形面は更に、複数のプライセグメントにより複合材料の複数のプライが画定されるように、複数のプライセグメントを受け入れるようにも構成されうる。複合材料の複数のプライは、複合構造を少なくとも部分的に製造しうる及び/又は画定しうる、及び/又は未硬化複合構造を画定しうる。

10

【0083】

本明細書に更に詳しく説明したように、プライキャリアマガジンはプライキッティングエリア内に、及び/又はプライキッティングエリアのプライキャリアステージングエリア内に位置づけされうる。本明細書においても更に詳しく説明したように、細長い成形マンドレルは、プライキッティングエリアとは異なるプライアセンブリエリアに、プライアセンブリエリアから間隔を置いて、及び/又はプライアセンブリエリアとは異なる高さに位置づけされうる。一例として、プライキッティングエリアは、プライキッティングエリアがプライアセンブリエリアよりも高いところにある時に、又はプライアセンブリエリアがプライキッティングエリアよりも高いところにある時に、プライアセンブリエリアから垂直方向に間隔を置いて配置されうる。加えて、プライキッティングエリアは、プライアセンブリエリアと少なくとも部分的に水平方向に重なり合っていて良い。

20

【0084】

これらの条件下において、335において搬送することは、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアからプライアセンブリエリアへ垂直に搬送することを含みうる。これには、選択されたプライキャリアが本明細書に記載したように、垂直方向及び/又は水平方向にある間に、選択されたプライキャリアを搬送することが含まれうる。これにはまた、選択されたプライキャリアを細長い成形マンドレルの長さに沿って搬送する前に、及び/又は345において受け入れる前に、選択されたプライキャリアを水平方向に回転させることも含まれうる。加えて、335において搬送することは更に、選択されたプライキャリアを細長い成形マンドレルの長さに沿って水平方向に搬送することも含まれうる。

30

【0085】

340において成形機を平行移動させることは、細長い成形マンドレルの長さに沿って成形機を平行移動させること、及び/又は成形機を選択された場所に平行移動させることを含みうる。340において平行移動させることは、方法300の間に任意の好適な時点及び/又は任意の好適な順序で実施されうる。例として、340において平行移動させることは、335において搬送すること、330において電子的に追跡すること、325において受け入れること、320において移送すること、315において保管すること、310において位置づけすること、及び/又は305において製造することと少なくとも部分的に同時であってよい。

40

【0086】

345において選択されたプライキャリアを受け入れることは、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置から受け入れること、及び/又は成形機で選択されたプライキャリアを受け入れることを含みうる。これには、成形機で及び/又は成形機のエンドエフェクタで選択されたプライキャリアを支持することが含まれうる。

50

【0087】

350において選択されたプライキャリアを変形させることは、成形機で、選択されたプライキャリアと、選択されたプライキャリアによって支持されるそれぞれのプライセグメントを変形させることを含みうる。これには、細長いプライ成形面の選択された部分の上で変形させることが含まれうる。350において変形させることは、プライ成形面の長軸、又は長手軸に対して直角の方向に、選択されたプライキャリアと、それぞれのプライセグメントを変形させることを含みうる。加えて又は代わりに、350において変形させることは、変形中に、それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面と、選択されたプライキャリアとの間に位置づけすることを含みうる。350において変形させることは更に、それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面上で圧縮させることを含みうる。10
これは、本発明の範囲内である。圧縮させることは、350における変形させることの間、350における変形させることの一部として、350における変形させることの後で、及び/又は355における取り外すことの後で実施されうる。圧縮させることは、例えば成形機の一部を形成しうる、及び/又は成形機に関連付けられうる圧縮装置を用いて等、任意の好適な方法で達成されうる。

【0088】

350において変形させることは、方法300の間に、任意の好適な時間、及び/又は任意の好適な順序で実施されうる。例として、350において変形させることは、345において受け入れることの後、340において平行移動させることの後、及び/又は335において搬送することの後であってよい。加えて、又は代わりに、350において変形20
させることは更に、330において電子的に追跡すること、325において受け入れること、320において移送すること、315において保管すること、310において位置づけすること、及び/又は305において製造することと少なくとも部分的に同時であってよい。

【0089】

355においてそれぞれのプライセグメントを取り外すことは、それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面の選択された部分上に、これと接触させて、及び/又はこれに接着させて保持している間に、選択されたプライキャリアからそれぞれのプライセグメントを取り外すことを含みうる。これには、それぞれのプライセグメントを選択されたプライキャリアから操作可能に分離させる、及び/又は選択されたプライキャリアをそれぞ30
れのプライセグメントから離れるように平行移動させることが含まれうる。

【0090】

360において選択されたプライキャリアを戻すことは、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアへ及び/又はキャリア移送装置へ戻すことを含んでいてよく、350において変形させた後で、及び/又は355において取り外した後で実施されうる。これには、選択されたプライキャリアを成形機からキャリア移送装置へ移送すること、及び/又はキャリア移送装置で選択されたプライキャリアを支持することが含まれうる。360において戻すことは更に、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライキャリアマガジンへ戻すことを含みうる。

【0091】

365において選択されたプライキャリアをクリーニングすることは、選択されたプライキャリア上に別のプライセグメントを位置づけすることが可能になる、及び/又は促進されるようにクリーニングすることを含みうる。一例として、選択されたプライキャリアは、方法300の間、例えば370において繰り返している間に複数回再利用されうる。これらの条件下では、例えば選択されたプライキャリアのプライ支持面に支持されるプライセグメントの汚染の可能性を下げるために、及び/又はプライセグメントとプライ支持面との間の接着性を上げるために、選択されたプライキャリアのプライ支持面をクリーニングする及び/又は調整することが望ましい場合がある。

【0092】

365におけるクリーニングすることは、任意の適する方法で実現され得る。一例とし50

て、365におけるクリーニングすることは、洗浄ステーションでクリーニングする、又は選択されたプライキャリアを洗浄ステーションに送ることによってクリーニングすることを含み得る。365におけるクリーニングすることが、方法300の間に、任意の好適な時点で、任意の好適な順序で、及び/又は任意の好適な頻度で実施されうことは本発明の範囲内である。一例として、365におけるクリーニングすることは、310において位置づけする前に、310において個々に位置づけする前に、355において取り外した後で、355において個々に取り外した後で、310において予め選択された数を個々に位置づけした後で、及び/又は355において予め選択した数を個々に取り外した後で、及び/又は選択されたプライキャリアのプライ支持面の閾値レベルよりも高いレベルの汚染の検出に応じて、実施され得る。

10

【0093】

370において方法の少なくとも一部を繰り返すことは、任意の好適な頻度及び/又は任意の好適な順番で方法300の任意の好適な部分を繰り返すことを含みうる。一例として、370において繰り返すことは少なくとも、複数のプライキャリア全部で、又は複数のプライキャリアの一部で、335において搬送すること、340において平行移動させること、345において受け入れること、350において変形させること、355において取り外すこと、及び360において戻すことを繰り返すことを含みうる。複数のプライキャリアの各プライキャリアはそれぞれのプライセグメントを支持してよく、繰り返すことは、複数のプライセグメントを細長いプライ成形面上に位置づけすることにより、未硬化複合構造を少なくとも部分的に製造するために繰り返すことを含みうる。

20

【0094】

370において繰り返すことは更に、各プライセグメントに対して未硬化複合構造内の場所を選択すること、及び/又は各プライセグメントの組成を選択することを含みうる。上述したように、各プライセグメントの場所及び/又は組成は、例えば330において追跡することを介して電子的に追跡することができ、各プライセグメントの場所は、少なくとも一部には、プライセグメントの形状及び/又は組成に基づいて選択されうる。別の言い方をすれば、特定のプライセグメントは、例えば305において製造することの間に、未硬化複合構造内の複数の場所の各場所に対して製造される場合があり、また370において繰り返すことは、未硬化複合構造内の対応する及び/又は予め定められた場所に各プライセグメントを選択的に位置づけすることを含みうる。

30

【0095】

370において繰り返すことは更に、又は代わりに、成形マンドレルの長さに沿って成形機を徐々に平行移動させることを含みうる。これには、細長いプライ成形面上に複合材料の第1のコース、層、又はプライを位置づけするために最初に成形機を徐々に平行移動させることと、それに続いて、複合材料の第1のコース上に複合材料の第2のコース、層、又はプライを位置づけするために再び成形機を成形マンドレルの長さに沿って徐々に平行移動させることが含まれうる。複合材料の第1のコースは、複数のプライセグメントの第1のサブセットを含んでいてよく、複合材料の第2のコースは、複数のプライセグメントの第2の、又は異なるサブセットを含んでいてよい。細長いプライ成形面上に任意の好適な数の複合材料のプライを位置づけする及び/又は作り上げるために、任意の好適な回数だけこのプロセスを繰り返す。別の言い方をすれば、370において繰り返すことは、細長いプライ成形面の複数の異なる選択された部分上で複数のプライセグメントを保持するために繰り返すことが含まれうる。

40

【0096】

375において未硬化複合構造を硬化マンドレルへ移送することは、細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面から硬化マンドレルへ移送することを含みうる。375において移送することは、任意の適する方法で実現され得る。一例として、375において移送することは、本明細書に例が開示されている未硬化複合物移送装置で移送することを含みうる。375において移送することが、単一の未硬化複合構造を硬化マンドレルへ移送することを含みうることは、本発明の範囲内である。あるいは、380において硬化させる

50

前に、少なくとも1つの他の未硬化複合構造、又は複数の未硬化複合構造を硬化マンドレルへ移送するために、375において移送することを繰り返すことも本発明の範囲内である。複数の未硬化複合構造が次に、例えば380において硬化させることを介して硬化され、一緒に、あるいはまとめて複合構造が画定されうる。

【0097】

380において未硬化複合構造を硬化させることは、未硬化複合構造を加熱して、未硬化複合構造を硬化させ、硬化された複合構造(すなわち複合構造)を製造することを含みうる。これには、本明細書に例が開示されている任意の好適な加熱装置で加熱することが含まれうる。方法300が375において移送することを含む場合、380において硬化させることは、硬化マンドレル上で硬化させることを含みうる。あるいは、方法300が375において移送することを含まない場合、380において硬化させることは、細長い成形マンドレル上で硬化させることを含みうる。

10

【0098】

ここで図16及び17を参照すると、本開示の実施形態が、図16に示す航空機の製造及び保守方法900、及び/又は図17に示す航空機700に照らして説明され得る。製造前の段階では、例示的な方法900は、航空機700の仕様及び設計905と、材料の調達910とを含み得る。製造段階では、航空機700の、構成要素及びサブアセンブリの製造915とシステムインテグレーション920とが行われる。その後、航空機700は認可及び納品925を経て運航930に供され得る。顧客により運航される間に、航空機700は、改造、再構成、改修なども含みうる、定期的な整備及び保守935が予定される。

20

【0099】

方法900のプロセスの各々は、システムインテグレータ、第三者、及び/又はオペレータ(例えば顧客)によって実行され、又は実施され得る。本明細書において、システムインテグレータは、任意の数の航空機製造者及び主要システムの下請業者を含むがこれらに限定されず、第三者は、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者を含むがこれらに限定されず、オペレータは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などであり得る。

【0100】

図17に示すように、例示的な方法900によって製造される航空機700は、複数のシステム712及び内装714を有する機体710を含みうる。高レベルのシステム712の例には、推進システム715、電気システム716、油圧システム717、及び環境システム718のうちの一又は複数が含まれる。任意の数の他のシステムが含まれ得る。航空宇宙産業の例を示したが、本発明の原理は、自動車産業などの他の産業にも適用される。

30

【0101】

本明細書に具現化されたシステム及び方法は、製造及び保守方法900の一つ又は複数の任意の段階で採用され得る。例えば、構成要素及びサブアセンブリの製造プロセス915に対応する構成要素又はサブアセンブリは、航空機700の運航中に製造される構成要素又はサブアセンブリと同様の方法で製作又は製造されうる。また、一又は複数のシステムの実施形態、方法の実施形態、或いはそれらの組み合わせは、例えば、航空機700の組立てを実質的に効率化するか、又は航空機700のコストを削減することにより、製造段階915及び920で利用されうる。同様に、一又は複数のシステムの実施形態、方法の実施形態、あるいはそれらの組み合わせは、航空機700の運航中に、例えば限定するものではないが、整備及び保守935に利用されうる。

40

【0102】

本発明による発明の主題の例が、続いて列挙される段落に記載される。

【0103】

A1. 複合構造の製造システムであって、複数のプライキャリアであって、複数のプライキャリアの各プライキャリアが少なくとも

50

1つのプライセグメントを一時的に支持するように構成されたプライ支持面を画定する複数のプライキャリアと、
細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルであって、細長いプライ成形面が、
複合構造の表面の輪郭を画定し且つ複合構造を少なくとも部分的に画定する複合材料の複数のプライを画定するために複数のプライセグメントを受け入れるように構成されている、
細長い成形マンドレルと、
複数のプライキャリアの内の選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから中間の場所まで選択的に搬送するように構成されたキャリア移送装置であって、任意選択的に、
選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアのプライキャリアステージングエリアから搬送するように構成され、更に任意選択的に、中間の場所が細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所を含むキャリア移送装置と、
中間の位置において選択されたプライキャリアを受け入れて、細長いプライ成形面の選択された部分の上で選択されたプライキャリアとそれぞれのプライセグメントを変形させ、それぞれのプライセグメントが細長いプライ成形面の選択された部分によって支持されるように、
選択されたプライキャリアをそれぞれのプライセグメントから分離させ、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置まで戻すように構成された成形機と
を備えるシステム。

【0104】

A2．システムが更に、複数のプライセグメントを製造するように構成された複数のプライキッティングツールを含む、段落A1に記載のシステム。

【0105】

A3．複数のプライキッティングツールは、複数の自動プライキッティングツールを含む、段落A2に記載のシステム。

【0106】

A4．複数のプライキッティングツールは、複数の数値制御されたプライキッティングツールを含む、段落A2又はA3に記載のシステム。

【0107】

A5．複数のプライキッティングツールは、複数のプライキッティングロボットを含む、キッティングツールエリアの段落A2からA4のいずれかに記載のシステム。

【0108】

A6．複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールは、複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントを製造するように構成されている、段落A2からA5のいずれかに記載のシステム。

【0109】

A7．複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールは、複数のプライキッティングツールの残り部分から独立して動作するように構成されている、段落A2からA6のいずれかに記載のシステム。

【0110】

A8．複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールは、複数のプライキッティングツールの少なくとも1つの他のプライキッティングツールと少なくとも部分的に同時に動作するように構成されている、段落A2からA7のいずれかに記載のシステム。

【0111】

A9．複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールは、複合原料から複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントをカットするように構成されている、段落A2からA8のいずれかに記載のシステム。

【0112】

A10．複数のプライキッティングツールの第1のプライキッティングツールは、第1のプライセグメントを製造するように構成され、複数のプライキッティングツールの第2のプライキッティングツールは、第2のプライセグメントを製造するように構成されてい

10

20

30

40

50

る、段落 A 2 から A 9 のいずれかに記載のシステム。

【0113】

A 11 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントと異なっている、段落 A 10 に記載のシステム。

【0114】

A 12 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントとは異なる形状を有する、段落 A 10 又は A 11 に記載のシステム。

【0115】

A 13 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントとは異なる繊維方向を有する、段落 A 10 から A 12 のいずれかに記載のシステム。

10

【0116】

A 14 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントとは異なる複合原料から製造される、段落 A 10 から A 13 のいずれかに記載のシステム。

【0117】

A 15 . システムは更に、複数のプライキャリアの各プライキャリア上に少なくとも 1 つのプライセグメントを位置づけするように構成されたプライセグメント位置づけ装置を含む、段落 A 1 から A 14 のいずれかに記載のシステム。

【0118】

A 16 . プライセグメント位置づけ装置は、プライキッティングツールの一部を形成する、段落 A 15 に記載のシステム。

20

【0119】

A 17 . プライセグメント位置づけ装置は、自動プライセグメント位置づけ装置を含む、段落 A 15 又は A 16 に記載のシステム。

【0120】

A 18 . プライセグメント位置づけ装置は、数値制御されたプライセグメント位置づけ装置を含む、段落 A 15 から A 17 のいずれかに記載のシステム。

【0121】

A 19 . プライセグメント位置づけ装置は、プライ位置づけロボットを含む、段落 A 15 から A 18 のいずれかに記載のシステム。

【0122】

A 20 . プライセグメント位置づけ装置は、複数のプライキャリアの各プライキャリア上で少なくとも 1 つのプライセグメントを真空圧縮させるように構成されている、段落 A 15 から A 19 のいずれかに記載のシステム。

30

【0123】

A 21 . システムは、少なくとも 1 つのプライセグメントを複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットに位置づけするように構成された複数のプライ位置づけアセンブリを含む、段落 A 15 から A 20 のいずれかに記載のシステム。

【0124】

A 22 . 複数のプライ位置づけアセンブリの各プライ位置づけアセンブリは、複数のプライキッティングツールのそれぞれのプライキッティングツールに関連付けられる、段落 A 21 に記載のシステム。

40

【0125】

A 23 . プライセグメント位置づけ装置は、単一のプライセグメントを複数のプライキャリアの内の少なくとも 1 つに位置づけするように構成されている、段落 A 15 から A 22 のいずれかに記載のシステム。

【0126】

A 24 . プライセグメント位置づけ装置は、少なくとも 2 つのプライセグメントを複数のプライキャリアの内の少なくとも 1 つに位置づけするように構成された、段落 A 15 から A 23 のいずれかに記載のシステム。

【0127】

50

A 2 5 . 少なくとも2つのプライセグメントは、複数のプライキャリアの少なくとも1つのそれぞれのプライ支持面上に複数の積み重なったプライセグメントを画定する、段落 A 2 4 に記載のシステム。

【 0 1 2 8 】

A 2 6 . 少なくとも2つのプライセグメントの少なくとも一部は、複数のプライキャリアの少なくとも1つのそれぞれのプライ支持面上で、少なくとも2つのプライセグメントの残り部分から間隔を置いて配置される、段落 A 2 4 又は A 2 5 に記載のシステム。

【 0 1 2 9 】

A 2 7 . 少なくとも2つのプライセグメントの第1のプライの第1の繊維方向は、少なくとも2つのプライセグメントの第2のプライの第2の繊維方向とは異なる、段落 A 2 4 から A 2 6 のいずれかに記載のシステム。

10

【 0 1 3 0 】

A 2 8 . システムは更に複数のプライキャリアマガジンを含み、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを格納するように構成されている、段落 A 1 から A 2 7 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 3 1 】

A 2 9 . 複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、少なくとも2つ、少なくとも3つ、少なくとも4つ、少なくとも5つ、少なくとも6つ、少なくとも8つ、又は少なくとも10のプライキャリアを格納するように構成されている、段落 A 2 8 に記載のシステム。

20

【 0 1 3 2 】

A 3 0 . 複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを間隔を置きながら受け入れるように構成された複数のスロットを含む、段落 A 2 8 又は A 2 9 に記載のシステム。

【 0 1 3 3 】

A 3 1 . 複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、粒子物質から複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを保護するように構成されている、段落 A 2 8 から A 3 0 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 3 4 】

A 3 2 . 複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを、少なくとも実質的に垂直方向、及び少なくとも実質的に水平方向の内の少なくとも一方向に保持するように構成されている、段落 A 2 8 から A 3 1 のいずれかに記載のシステム。

30

【 0 1 3 5 】

A 3 3 . システムは更に、複数のプライキャリアマガジンをキッティングツールエリアからプライキャリアステージングエリアへ選択的に搬送するように構成されたマガジン移送装置を含む、段落 A 1 から A 3 2 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 3 6 】

A 3 4 . マガジン移送装置は自動マガジン移送装置を含み、任意選択的に、プライキッティングエリア内で複数のプライキャリアマガジンをキッティングツールエリアからプライキャリアステージングエリアへ選択的に搬送するように構成されている、段落 A 3 3 に記載のシステム。

40

【 0 1 3 7 】

A 3 5 . マガジン移送装置は、数値制御されたマガジン移送装置を含む、段落 A 3 3 又は A 3 4 に記載のシステム。

【 0 1 3 8 】

A 3 6 . マガジン移送装置は自動案内輸送手段を含む、段落 A 3 3 から A 3 5 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 3 9 】

A 3 7 . マガジン移送装置は、マガジン移送ロボットを含む、段落 A 3 3 から A 3 6 の

50

いずれかに記載のシステム。

【0140】

A38．キャリア移送装置は、自動キャリア移送装置である、段落A1からA37のいずれかに記載のシステム。

【0141】

A39．キャリア移送装置は、数値制御されたキャリア移送装置である、段落A1からA38のいずれかに記載のシステム。

【0142】

A40．キャリア移送装置は、キャリア移送ロボットを含む、段落A1からA39のいずれかに記載のシステム。

10

【0143】

A41．キャリア移送装置は、選択されたプライキャリアをプライキャリアマガジンから取り外すように構成されている、段落A1からA40のいずれかに記載のシステム。

【0144】

A42．プライキャリアマガジンはプライキッティングエリアに位置づけられ、細長い成形マンドレルはプライアセンブリエリアに位置づけされている、段落A41に記載のシステム。

【0145】

A43．プライキッティングエリアが、プライアセンブリエリアよりも高いところにある、段落A42に記載のシステム。

20

【0146】

A44．プライアセンブリエリアが、プライキッティングエリアよりも高いところにある、段落A42に記載のシステム。

【0147】

A45．プライキッティングエリアは、プライアセンブリエリアから垂直方向に間隔を置いて配置されている、段落A42からA44のいずれかに記載のシステム。

【0148】

A46．プライキッティングエリアは、水平方向にプライアセンブリエリアと少なくとも部分的に重なり合っている、段落A45に記載のシステム。

【0149】

A47．キャリア移送装置は、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアからプライアセンブリエリアへ搬送する、及び任意選択的に垂直に搬送するように構成されている、段落A42からA46のいずれかに記載のシステム。

30

【0150】

A48．キャリア移送装置は、選択されたプライキャリアが垂直方向及び水平方向の内の少なくとも一方向にある間に、選択されたプライキャリアを搬送する、及び任意選択的に垂直に搬送するように構成されている、段落A47に記載のシステム。

【0151】

A49．キャリア移送装置は、成形機によって選択されたプライキャリアが受け入れられる前に、選択されたプライキャリアを選択的に水平方向に回転させるように構成された旋回構造を含む、段落A47又はA48に記載のシステム。

40

【0152】

A50．システムは、プライキッティングエリアを含む、段落A42からA49のいずれかに記載のシステム。

【0153】

A51．プライキッティングツールは、プライキッティングエリアに位置づけされている、段落A50に記載のシステム。

【0154】

A52．プライセグメント位置づけ装置は、プライキッティングエリアに位置づけされている、段落A50又はA51に記載のシステム。

50

【 0 1 5 5 】

A 5 3 . マガジン移送装置は、プライキッティングエリアに位置づけされている、段落 A 5 0 から A 5 2 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 5 6 】

A 5 4 . システムは、プライアセンブリエリアを含む、段落 A 4 2 から A 5 3 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 5 7 】

A 5 5 . 細長い成形マンドレルは、プライアセンブリエリアに位置づけされている、段落 A 5 4 に記載のシステム。

【 0 1 5 8 】

A 5 6 . キャリア移送装置は、プライアセンブリエリアに位置づけされている、段落 A 5 4 又は A 5 5 に記載のシステム。

【 0 1 5 9 】

A 5 7 . 成形機は、プライアセンブリエリアに位置づけされている、段落 A 5 4 から A 5 6 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 0 】

A 5 8 . キャリア移送装置は、複数のプライキャリアの内の複数の選択されたプライキャリアを中間の場所へ選択的に、また連続的に搬送するように構成され、更に、成形機は、複数の選択されたプライキャリアの各プライキャリアを選択的に、また連続的に受け入れて、複数の選択されたプライキャリアの各プライキャリアを細長い成形マンドレルの長さに沿ってそれぞれの場所で変形させるように構成されている、段落 A 1 から A 5 7 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 1 】

A 5 9 . キャリア移送装置は、細長い成形マンドレルの長さに沿って選択されたプライキャリアを水平方向に搬送するように構成されている、段落 A 1 から A 5 8 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 2 】

A 6 0 . キャリア移送装置は、成形機によって選択されたプライキャリアが受け入れられた後、選択されたプライキャリアが成形機からキャリア移送装置へ戻される前に、ステージングの場所へ移るように構成されている、段落 A 1 から A 5 9 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 3 】

A 6 1 . 選択されたプライキャリアが成形機からキャリア移送装置へ戻った後に、キャリア移送装置が選択されたプライキャリアをプライキャリアマガジンへ戻すように構成されている、段落 A 1 から A 6 0 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 4 】

A 6 2 . 成形機は、自動成形機である、段落 A 1 から A 6 1 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 5 】

A 6 3 . 成形機は、数値制御された成形機である、段落 A 1 から A 6 2 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 6 】

A 6 4 . 成形機は成形ロボットである、段落 A 1 から A 6 3 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 7 】

A 6 5 . 成形機は、選択されたプライキャリアとそれぞれのプライセグメントを、細長いプライ成形面の長手軸に対して直角の方向に変形させるように構成されている、段落 A 1 から A 6 4 のいずれかに記載のシステム。

【 0 1 6 8 】

A 6 6 . 成形機は、細長い成形マンドレルの長さに沿って成形機を選択的に平行移動さ

10

20

30

40

50

せるように構成された成形機平行移動装置を含む、段落 A 1 から A 6 5 のいずれかに記載のシステム。

【0169】

A 6 7 . 成形機は、細長いプライ成形面の選択された部分で、それぞれのプライセグメントを圧縮させるように構成された圧縮装置を含む、段落 A 1 から A 6 6 のいずれかに記載のシステム。

【0170】

A 6 8 . 成形機は、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置から受け入れるように構成されたエンドエフェクタを含む、段落 A 1 から A 6 7 のいずれかに記載のシステム。

10

【0171】

A 6 9 . 成形機は、細長いプライ成形面の選択された部分の上で、選択されたプライキャリアと、それぞれのプライセグメントを選択的に変形させるように構成された変形装置を含む、段落 A 1 から A 6 8 のいずれかに記載のシステム。

【0172】

A 7 0 . 成形機は、それぞれのプライセグメントをそれぞれのプライ支持面から選択的に分離させるように構成されたプライ取り外し構造を含む、段落 A 1 から A 6 9 のいずれかに記載のシステム。

【0173】

A 7 1 . 細長いプライ成形面の長さは、それぞれのプライセグメントの長さよりも長い、段落 A 1 から A 7 0 のいずれかに記載のシステム。

20

【0174】

A 7 2 . 細長いプライ成形面の長さは、それぞれのプライセグメントの長さよりも少なくとも 4 倍、少なくとも 6 倍、少なくとも 8 倍、少なくとも 10 倍、少なくとも 15 倍、又は少なくとも 20 倍長い、段落 A 7 1 に記載のシステム。

【0175】

A 7 3 . 細長いプライ成形面の長さは、複数のプライセグメントのいずれの長さよりも長い、段落 A 1 から A 7 2 のいずれかに記載のシステム。

【0176】

A 7 4 . 細長いプライ成形面の長さは、複数のプライセグメントのいずれかの長さよりも少なくとも 4 倍、少なくとも 6 倍、少なくとも 8 倍、少なくとも 10 倍、少なくとも 15 倍、又は少なくとも 20 倍長い、段落 A 7 3 に記載のシステム。

30

【0177】

A 7 5 . 複数のプライセグメントの少なくとも一部が、細長いプライ成形面の長さに沿って間隔を置いて配置され、複合材料の複数のプライのそれぞれのプライを画定する、段落 A 1 から A 7 4 のいずれかに記載のシステム。

【0178】

A 7 6 . 複数のプライセグメントの一部の少なくとも 1 つのプライセグメントが、複数のプライセグメントの一部の少なくとも 1 つの他のプライセグメントと共にバットプライスを画定する、段落 A 7 5 に記載のシステム。

40

【0179】

A 7 7 . 複数のプライセグメントの一部の少なくとも 1 つのプライセグメントは、複数のプライセグメントの一部の少なくとも 1 つの他のプライセグメントと共に、オーバーラッププライスを画定する、段落 A 7 5 又は A 7 6 に記載のシステム。

【0180】

A 7 8 . 複数のプライセグメントの少なくとも一部がプライセグメントの層状スタックを画定する、段落 A 1 から A 7 7 のいずれかに記載のシステム。

【0181】

A 7 9 . 細長いプライ成形面は、非平面の細長いプライ成形面である、段落 A 1 から A 7 8 のいずれかに記載のシステム。

50

【0182】

A80．細長いプライ成形面は、航空機のストリンガーの表面輪郭を画定するように成形され、任意選択的に、ストリンガーは、ブレードストリンガー、ハット型ストリンガー、及びベントストリンガーの内の少なくとも1つを含む、段落A1からA79のいずれかに記載のシステム。

【0183】

A81．細長いプライ成形面の長さは、少なくとも5メートル、少なくとも10メートル、少なくとも15メートル、少なくとも20メートル、少なくとも25メートル、少なくとも30メートル、少なくとも35メートル、又は少なくとも40メートルである、段落A1からA80のいずれかに記載のシステム。

10

【0184】

A82．システムは更に、システムの少なくとも一部の動作を制御するようにプログラミングされたコントローラを含む、段落A1からA81のいずれかに記載のシステム。

【0185】

A83．コントローラは、段落B1からB62のいずれかに記載の方法を実施するようにプログラミングされている、段落A82に記載のシステム。

【0186】

A84．コントローラは、

- (i) キャリア移送装置、
- (ii) 成形機、
- (iii) プライキットングツール、
- (iv) プライセグメント位置づけ装置、
- (v) マガジン移送装置、及び
- (vi) 洗浄ステーション

20

の内の少なくとも1つの動作を制御するようにプログラミングされている、段落A82又はA83に記載のシステム。

【0187】

A85．コントローラは、既定のプライキャリアによって支持される少なくとも1つのプライセグメントの構造に少なくとも部分的に基づく中間の場所へ移送するために、複数のプライキャリアの既定のプライキャリアを選択するようにプログラミングされている、段落A82からA84のいずれかに記載のシステム。

30

【0188】

A86．システムは更に、プライキャリア追跡システムを含む、段落A1からA85のいずれかに記載のシステム。

【0189】

A87．プライキャリア追跡システムは、複数のプライキャリアの各プライキャリアの場所を電子的に追跡するように構成されている、段落A86に記載のシステム。

【0190】

A88．プライキャリア追跡システムは、複数のプライキャリアの各プライキャリアによって支持される少なくとも1つのプライセグメントの構成を電子的に追跡するように構成されている、段落A86又はA87に記載のシステム。

40

【0191】

A89．プライキャリア追跡システムは、コントローラの一部を形成している、段落A86からA88のいずれかに記載のシステム。

【0192】

A90．プライキャリア追跡システムは、複数のプライキャリアの各プライキャリアに関連付けられる固有の識別構造を含む、段落A86からA89のいずれかに記載のシステム。

【0193】

A91．固有の識別構造は、バーコード及び無線自動識別(RFID)タグの内の少な

50

くとも1つを含む、段落A90に記載のシステム。

【0194】

A92．複数のプライキャリアの各プライキャリアは、再利用されるように構成されている、段落A1からA91のいずれかに記載のシステム。

【0195】

A93．複数のプライキャリアの各プライキャリアは、複数の異なるプライセグメントを連続的に支持するように構成されている、段落A1からA92のいずれかに記載のシステム。

【0196】

A94．複数のプライキャリアの各プライキャリアは、クリーニングされるように構成される、段落A1からA93のいずれかに記載のシステム。

10

【0197】

A95．複数のプライキャリアの各プライキャリアは、プライ成形面を画定する弾性材料、柔軟性材料、及びラテックスシートの内の少なくとも1つを含む、段落A1からA94のいずれかに記載のシステム。

【0198】

A96．複数のプライキャリアの各プライキャリアは、プライキャリアの長さに沿って延在する剛性の細長い支持材を含む、段落A1からA95のいずれかに記載のシステム。

【0199】

A97．システムは更に、細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面から、複数のプライセグメントを含む未硬化複合構造を選択的に取り外すように構成された未硬化複合物移送装置を含む、段落A1からA96のいずれかに記載のシステム。

20

【0200】

A98．システムは更に、未硬化複合構造が細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面上で画定された後に、未硬化複合構造を受け入れるように構成された硬化マンドレルを含む、段落A1からA97のいずれかに記載のシステム。

【0201】

A99．硬化マンドレルは、複数の別々の未硬化複合構造を受け入れるように構成されている、段落A98に記載のシステム。

【0202】

A100．システムは更に、未硬化複合構造を加熱し、未硬化複合構造を硬化させて、複合構造を製造するように構成された加熱装置を含む、段落A1からA99のいずれかに記載のシステム。

30

【0203】

A101．システムは更に、複数のプライキャリアの既定のプライキャリアを選択的にクリーニングするように構成された洗浄ステーションを含む、段落A1からA100のいずれかに記載のシステム。

【0204】

A102．それぞれのプライセグメントは、選択されたプライキャリアのプライ支持面によって支持される、段落A1からA101のいずれかに記載のシステム。

40

【0205】

A103．選択されたプライキャリアは、キャリア移送装置によって支持され、細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所まで搬送される、段落A1からA102のいずれかに記載のシステム。

【0206】

A104．選択されたプライキャリアが成形機によって受け入れられている、段落A1からA103のいずれかに記載のシステム。

【0207】

A105．選択されたプライキャリアと、それぞれのプライセグメントは、細長いプライ成形面の選択された部分の上で変形される、段落A1からA104のいずれかに記載の

50

システム。

【0208】

A106．それぞれのプライセグメントは、細長いプライ成形面の選択された部分と、選択されたプライキャリアとの間に位置づけされている、段落A105に記載のシステム。

【0209】

A107．システムは更に、それぞれのプライセグメントを含む、段落A1からA106のいずれかに記載のシステム。

【0210】

A108．それぞれのプライセグメントは、選択されたプライキャリアから取り外され、細長いプライ成形面の選択された部分によって支持され、更に、選択されたプライキャリアはキャリア移送装置によって支持される、段落A107に記載のシステム。

10

【0211】

A109．複数のプライセグメントは、繊維ガラス、繊維ガラス布、炭素繊維、炭素繊維布、布、予め含浸させた（プリプレグ）複合材料、樹脂材料、及び／又はエポキシ樹脂の内の少なくとも1つを含む、段落A1からA108のいずれかに記載のシステム。

【0212】

B1．複合構造を製造する方法であって、任意選択的にキャリア移送装置及び成形機内の少なくとも1つで、細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルの長さに沿って選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから選択された場所まで搬送することであって、細長いプライ成形面は、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形され、複数のプライセグメントを受け入れて、複合構造を少なくとも部分的に画定する複合構造の複数のプライを画定するように構成されている、搬送することと、

20

成形機を細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所へ平行移動させることと、成形機で、任意選択的にキャリア移送装置から前記選択されたプライキャリアを受け入れることと、

成形機で、選択されたプライキャリアと、選択されたプライキャリアによって細長いプライ成形面の選択された部分の上に支持されているそれぞれのプライセグメントとを変形させることと、

30

それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面の選択された部分上に保持しながら、それぞれのプライセグメントを選択されたプライキャリアから取り外すことと、成形機で、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリア及びキャリア移送装置内の少なくとも1つへ戻すことと、

複数のプライセグメントを細長いプライ成形面上に位置づけし、未硬化複合構造を少なくとも部分的に画定するために、それぞれがそれぞれのプライセグメントを支持する複数のプライキャリアで、搬送すること、平行移動させること、受け入れること、変形させること、取り外すこと、及び戻すことを繰り返すこととを含む方法。

【0213】

B2．方法は更に、複数のプライセグメントを製造することを含む、段落B1に記載の方法。

40

【0214】

B3．製造することは、複数のプライキッティングツールで、複数のプライセグメントを製造することを含む、段落B2に記載の方法。

【0215】

B4．製造することは、複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールで、複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントを製造することを含む、段落B3に記載の方法。

【0216】

50

B 5 . 製造することは、複数のプライキッティングツールの各プライキッティングツールで、複数のプライセグメントの異なるプライセグメントを別々に製造することを含む、段落 B 3 又は B 4 に記載の方法。

【 0 2 1 7 】

B 6 . 製造することは、複数のプライキッティングツールの内の 2 つの異なるプライキッティングツールで、複数のプライセグメントの内の少なくとも 2 つのプライセグメントを同時に製造することを含む、段落 B 3 から B 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 1 8 】

B 7 . 製造することは、複合原料から複数のプライセグメントのそれぞれのプライをカットすることを含む、段落 B 3 から B 6 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 2 1 9 】

B 8 . 製造することは、第 1 のプライキッティングツールで第 1 のプライセグメントを製造すると同時に、第 2 のプライキッティングツールで第 2 のプライセグメントを製造することを含む、段落 B 3 から B 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 2 0 】

B 9 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントとは異なるプライの境界線を有する、段落 B 8 に記載の方法。

【 0 2 2 1 】

B 1 0 . 第 1 のプライセグメントは、第 2 のプライセグメントとは異なる繊維方向を有する、段落 B 8 又は B 9 に記載の方法。

20

【 0 2 2 2 】

B 1 1 . 第 1 のプライセグメントが、第 2 のプライセグメントとは異なる複合原料から製造される、段落 B 8 から B 1 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 2 3 】

B 1 2 . 方法が更に、複数のプライキャリアの各プライキャリア上に少なくとも 1 つのプライセグメントを位置づけすることを含む、段落 B 1 から B 1 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 2 4 】

B 1 3 . 位置づけすることは、プライセグメント位置づけ装置で位置づけすることを含む、段落 B 1 2 に記載の方法。

30

【 0 2 2 5 】

B 1 4 . 位置づけすることは更に、複数のプライキャリアの各プライキャリア上に少なくとも 1 つのプライセグメントを真空圧縮させることを含む、段落 B 1 2 又は B 1 3 に記載の方法。

【 0 2 2 6 】

B 1 5 . 位置づけすることは、複数のプライキャリアの内の少なくとも 1 つに単一のプライセグメントを位置づけすることを含む、段落 B 1 2 から B 1 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 2 7 】

B 1 6 . 位置づけすることは、複数のプライキャリアの内の少なくとも 1 つに少なくとも 2 つのプライセグメントを位置づけすることを含む、段落 B 1 2 から B 1 5 のいずれかに記載の方法

40

【 0 2 2 8 】

B 1 7 . 位置づけすることは、少なくとも 2 つのプライセグメントが複数の積み重なったプライセグメントを画定するように位置づけすることを含む、段落 B 1 6 に記載の方法。

【 0 2 2 9 】

B 1 8 . 位置づけすることは、複数のプライキャリアの内の少なくとも 1 つのプライキャリアのそれぞれのプライ支持面上で、少なくとも 2 つのプライセグメントの少なくとも一部が、少なくとも 2 つのプライセグメントの残り部分から間隔を置いて配置されるよう

50

に位置づけすることを含む、段落 B 1 6 又は B 1 7 に記載の方法。

【 0 2 3 0 】

B 1 9 . 位置づけすることが、少なくとも 2 つのプライセグメントの第 1 のプライセグメントの第 1 の繊維方向が、少なくとも 2 つのプライセグメントの第 2 のプライセグメントの第 2 の繊維方向とな異なったものとなるように位置づけすることを含む、段落 B 1 6 から B 1 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 1 】

B 2 0 . 方法が更に、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジン内に保管することを含む、段落 B 1 から B 1 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 2 】

B 2 1 . 保管することは、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンに、少なくとも 2 つの、少なくとも 3 つの、少なくとも 4 つの、少なくとも 5 つの、少なくとも 6 つの、少なくとも 8 つの、又は少なくとも 1 0 個のプライキャリアを保管することを含む、段落 B 2 0 に記載の方法。

【 0 2 3 3 】

B 2 2 . 保管することは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジン内に垂直に保管することを含む、段落 B 2 0 又は B 2 1 に記載の方法。

【 0 2 3 4 】

B 2 3 . 保管することは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットと粒子物質との間の接触を、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンで制限することを含む、段落 B 2 0 から B 2 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 5 】

B 2 4 . 方法が更に、キッティングツールエリアからプライキャリアステージングエリアへ複数のプライキャリアマガジンを移送することを含む、段落 B 1 から B 2 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 6 】

B 2 5 . 移送することは、マガジン移送装置で移送することを含む、段落 B 2 4 に記載の方法。

【 0 2 3 7 】

B 2 6 . 方法が更に、搬送する前に、複数のプライキャリアマガジンのそれぞれのプライキャリアマガジンから選択されたプライキャリアを受け入れることを含む、段落 B 1 から B 2 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 8 】

B 2 7 . 複数のプライキャリアマガジンはプライキッティングエリアに位置づけされ、細長い成形マンドレルはプライアセンブリエリアに位置づけされている、段落 B 2 6 に記載の方法。

【 0 2 3 9 】

B 2 8 . プライキッティングエリアは、プライアセンブリエリアよりも高いところにある、段落 B 2 7 に記載の方法。

【 0 2 4 0 】

B 2 9 . プライアセンブリエリアは、プライキッティングエリアよりも高いところにある、段落 B 2 7 又は B 2 8 に記載の方法。

【 0 2 4 1 】

B 3 0 . プライキッティングエリアは、プライアセンブリエリアから垂直方向に間隔を置いて配置されている、段落 B 2 7 から B 2 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 2 】

B 3 1 . プライキッティングエリアは、プライアセンブリエリアと少なくとも部分的に水平方向に重なり合っている、段落 B 3 0 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 3 】

B 3 2 . 搬送することは、プライキッティングエリアからプライアセンブリエリアへ選択されたプライキャリアを垂直に搬送することを含む、段落 B 2 7 から B 3 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 4 】

B 3 3 . 搬送することは、選択されたプライキャリアが垂直方向及び水平方向の内の少なくとも1つにある間に、選択されたプライキャリアを搬送することを含む、段落 B 2 7 から B 3 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 5 】

B 3 4 . 搬送することは更に、プライキャリアマガジンから選択されたプライキャリアを受け入れる前に、選択されたプライキャリアを水平方向に回転させることを含む、段落 B 2 7 から B 3 3 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 2 4 6 】

B 3 5 . 方法が更に、細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面から硬化マンドレルへ未硬化複合構造を移送することを含む、段落 B 1 から B 3 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 7 】

B 3 6 . 方法が更に、少なくとも1つの追加の未硬化複合構造を硬化マンドレルへ移送することを含む、段落 B 3 5 に記載の方法。

【 0 2 4 8 】

B 3 7 . 未硬化複合構造を移送することは、未硬化複合物移送装置で移送することを含む、段落 B 3 5 又は B 3 6 に記載の方法。

20

【 0 2 4 9 】

B 3 8 . 方法が更に、未硬化複合構造を加熱し、未硬化複合構造を硬化させて、硬化された複合構造を製造することを含む、段落 B 1 から B 3 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 0 】

B 3 9 . 加熱することは、加熱装置で加熱することを含む、段落 B 3 8 に記載の方法。

【 0 2 5 1 】

B 4 0 . 方法が更に、選択されたプライキャリアをクリーニングすることを含む、段落 B 1 から B 3 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 2 】

B 4 1 . クリーニングすることは、洗浄ステーションでクリーニングすることを含む、段落 B 4 0 に記載の方法。

30

【 0 2 5 3 】

B 4 2 . 方法が更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアの場所を電子的に追跡することを含む、段落 B 1 から B 4 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 4 】

B 4 3 . 方法が更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアによって支持される少なくとも1つのプライセグメントの構造を電子的に追跡することを含む、段落 B 1 から B 4 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 5 】

B 4 4 . 方法が更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアを固有に識別することを含む、段落 B 1 から B 4 3 のいずれかに記載の方法。

40

【 0 2 5 6 】

B 4 5 . 固有に識別することは、固有のバーコードを複数のプライキャリアの各プライキャリアに関連付けること、及び固有の無線自動識別タグを複数のプライキャリアの各プライキャリアに関連付けることの少なくとも1つを含む、段落 B 4 4 に記載の方法。

【 0 2 5 7 】

B 4 6 . 方法が更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアに関する情報のデータベースを維持することを含む、段落 B 1 から B 4 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 8 】

50

B 4 7 . 搬送することは、キャリア移送装置で搬送することを含む、段落 B 1 から B 4 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 9 】

B 4 8 . 平行移動させることは、搬送することと少なくとも部分的に同時に平行移動させることを含む、段落 B 1 から B 4 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 0 】

B 4 9 . 選択されたプライキャリアをキャリア移送装置から受け入れることは、選択されたプライキャリアを成形機で支持することを含む、段落 B 1 から B 4 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 1 】

B 5 0 . 選択されたプライキャリアをキャリア移送装置から受け入れることは、選択されたプライキャリアを成形機のエンドエフェクタで受け入れることを含む、段落 B 1 から B 4 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 2 】

B 5 1 . 変形させることは、選択されたプライキャリアとそれぞれのプライセグメントを、細長いプライ成形面の長手軸に対して直角の方向に変形させることを含む、段落 B 1 から B 5 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 3 】

B 5 2 . 方法が、変形させている間に、それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面と選択されたプライキャリアとの間に位置づけすることを含む、段落 B 1 から B 5 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 4 】

B 5 3 . 変形させることは、細長いプライ成形面上にそれぞれのプライセグメントを圧縮させることを含む、段落 B 1 から B 5 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 5 】

B 5 4 . 圧縮させることは、成形機の圧縮装置で圧縮させることを含む、段落 B 5 3 に記載の方法。

【 0 2 6 6 】

B 5 5 . 取り外すことは、選択されたプライキャリアシートからそれぞれのプライセグメントを動作可能に分離させることを含む、段落 B 1 から B 5 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 7 】

B 5 6 . 戻すことは、キャリア移送装置で選択されたプライキャリアを支持することを含む、段落 B 1 から B 5 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 8 】

B 5 7 . 戻すことは更に、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライキャリアマガジンへ戻すことを含む、段落 B 1 から B 5 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 6 9 】

B 5 8 . 繰り返すことは、未硬化複合構造内の場所、及び複数のプライセグメントの各プライセグメントの組成の両方を選択することを含む、段落 B 1 から B 5 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 0 】

B 5 9 . 繰り返すことは、最初に成形機を成形マンドレルの長さに沿って徐々に平行移動させて、複合材料の第 1 のコースを細長いプライ成形面上に位置づけし、続いて次に成形機を成形マンドレルの長さに沿って徐々に平行移動させて、複合材料の第 1 のコース上に複合材料の第 2 のコースを位置づけすることを含み、複合材料の第 1 のコースは、複数のプライセグメントの第 1 のサブセットを含み、更に、複合材料の第 2 のコースは、複数のプライセグメントの第 2 のサブセットを含む、段落 B 1 から B 5 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 1 】

10

20

30

40

50

B 6 0 . 繰り返すことは、複数のプライセグメントを、細長いプライ成形面の複数の異なる選択された部分上に保持するように繰り返すことを含む、段落 B 1 から B 5 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 2 】

B 6 1 . 複数のプライセグメントは、繊維ガラス、繊維ガラス布、炭素繊維、炭素繊維布、布、予め含浸させた（プリプレグ）複合材料、樹脂材料、及び/又はエポキシ樹脂の内の少なくとも1つを含む、段落 B 1 から B 6 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 3 】

C 1 . 複合構造の製造システムであって、複数のプライキャリアであって、複数のプライキャリアの各プライキャリアが少なくとも1つのプライセグメントを一時的に支持するように構成されたプライ支持面を画定する複数のプライキャリアと、
細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルであって、細長いプライ成形面が、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形され、複合構造を少なくとも部分的に画定する複合材料の複数のプライを画定するために複数のプライセグメントを受け入れるように構成された細長い成形マンドレルと、
複数のプライキャリアの内の選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから中間の場所まで選択的に搬送するように構成されたキャリア移送装置と、
中間の場所で選択されたプライキャリアを受け入れて、細長いプライ成形面の選択された部分の上で選択されたプライキャリアとそれぞれのプライセグメントを変形させ、それぞれのプライセグメントが細長いプライ成形面の選択された部分によって支持されるように、
選択されたプライキャリアをそれぞれのプライセグメントから分離させ、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置まで戻すように構成された成形機と
を備えるシステム。

【 0 2 7 4 】

C 2 . システムは更に、複数のプライセグメントを製造するように構成された複数の自動プライキッティングツールを含み、複数の自動プライキッティングツールの各プライキッティングツールは、複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントを製造し、複数の自動プライキッティングツールの残り部分から独立して動作するように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 7 5 】

C 3 . システムは更に、複数のプライキャリアの各プライキャリア上に少なくとも1つのプライセグメントを位置づけするように構成された自動プライセグメント位置づけ装置を含む、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 7 6 】

C 4 . システムは更に複数のプライキャリアマガジンを含み、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンは、複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを格納するように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 7 7 】

C 5 . システムは更に、複数のプライキャリアマガジンをプライキッティングエリア内で、キッティングツールエリアからプライキャリアステージングエリアへ選択的に搬送するように構成された自動マガジン移送装置を含む、段落 C 4 に記載のシステム。

【 0 2 7 8 】

C 6 . キャリア移送装置は、自動キャリア移送装置である、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 7 9 】

C 7 . キャリア移送装置は、選択されたプライキャリアをそれぞれのプライキャリアマガジンから取り出すように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 8 0 】

C 8 . それぞれのプライキャリアマガジンがプライキッティングエリアに位置づけされ、細長い成形マンドレルがプライアセンブリエリアに位置づけされており、更に、キャリ

10

20

30

40

50

ア移送装置は、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアからプライアセンブリエリアへ搬送するように構成されている、段落 C 7 に記載のシステム。

【 0 2 8 1 】

C 9 . キャリア移送装置は、成形機によって選択されたプライキャリアが受け入れられる前に、選択されたプライキャリアを水平方向に選択的に回転させるように構成された旋回構造を含む、段落 C 8 に記載のシステム。

【 0 2 8 2 】

C 1 0 . キャリア移送装置は、複数のプライキャリアの複数の選択されたプライキャリアを選択的に及び連続的に中間の場所へ搬送するように構成されており、更に、成形機は、複数の選択されたプライキャリアの各選択されたプライキャリアを選択的に及び連続的に受け入れて、複数の選択されたプライキャリアの各選択されたプライキャリアを細長い成形マンドレルの長さに沿ったそれぞれの場所で変形させるように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

10

【 0 2 8 3 】

C 1 1 . 選択されたプライキャリアが成形機からキャリア移送装置へ戻された後で、キャリア移送装置は、選択されたプライキャリアをプライキャリアマガジンへ戻すように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 8 4 】

C 1 2 . 成形機は、自動成形機であり、更に、成形機は細長い成形マンドレルの長さに沿って成形機を選択的に平行移動させるように構成された成形機平行移動装置を含む、段落 C 1 に記載のシステム。

20

【 0 2 8 5 】

C 1 3 . システムは更に、
(i) キャリア移送装置
(i i) 成形機
(i i i) プライキッティングツール
(i v) プライセグメント位置づけ装置
(v) マガジン移送装置の内の少なくとも 1 つの動作を制御するようにプログラミングされたコントローラを含む、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 8 6 】

C 1 4 . コントローラは、既定のプライキャリアによって支持される少なくとも 1 つのプライセグメントの構造に少なくとも部分的に基づく中間の場所へ移送するために、複数のプライキャリアの既定のプライキャリアを選択するようにプログラミングされている、段落 C 1 3 に記載のシステム。

30

【 0 2 8 7 】

C 1 5 . システムは更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアの場所を電子的に追跡するように構成されたプライキャリア追跡システムを含み、プライキャリア追跡システムは更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアによって支持される少なくとも 1 つのプライセグメントの構成を電子的に追跡するように構成されている、段落 C 1 に記載のシステム。

40

【 0 2 8 8 】

C 1 6 . システムは更に、細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面から、複数のプライセグメントを含む未硬化複合構造を選択的に取り外すように構成された未硬化複合物移送装置を含む、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 8 9 】

C 1 7 . システムは更に、細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面上に未硬化複合構造が画定された後で、未硬化複合構造を受け入れるように構成された硬化マンドレルを含む、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 9 0 】

C 1 8 . システムは更に、未硬化複合構造を硬化させて複合構造を製造するために、未

50

硬化複合構造を加熱するように構成された加熱装置を含む、段落 C 1 に記載のシステム。

【 0 2 9 1 】

D 1 . 複数のプライキャリアであって、複数のプライキャリアの各プライキャリアが少なくとも 1 つのプライセグメントを一時的に支持するように構成されたプライ支持面を画定する複数のプライキャリアと、

細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルであって、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形され、複合構造を少なくとも部分的に画定する複合材料の複数のプライを画定するために複数のプライセグメントを受け入れるように構成された細長い成形マンドレルと、

キャリア移送装置と、

成形機と、

コントローラであって、(i) 複数のプライキャリアの選択されたプライキャリアをキャリア移送装置で、プライキッティングエリアから中間の場所へ選択的に搬送し、(i i) 中間の場所で、選択されたプライキャリアを成形機へ移送し、(i i i) 成形機を、細長い成形マンドレルの長さに沿って選択された場所へ平行移動させ、(i v) 成形機で、選択されたプライキャリアと、選択されたプライキャリアによって支持されるそれぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面の選択された部分の上で変形させ、(v) 細長いプライ成形面の選択された部分上で選択されたプライキャリアを保持しながら、選択されたプライキャリアからそれぞれのプライセグメントを取り外し、(v i) 成形機で、選択されたプライキャリアをキャリア移送装置へ戻すようにキャリア移送装置と成形機の動作を

制御するようにプログラミングされたコントローラと

【 0 2 9 2 】

E 1 . 複合構造を製造する方法であって、該方法は、細長いプライ成形面を画定する細長い成形マンドレルの長さに沿って、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアから選択された場所へ搬送することであって、細長いプライ成形面は、複合構造の表面の輪郭を画定するように成形され、複数のプライセグメントを受け入れて、複合構造を少なくとも部分的に画定する複合構造の複数のプライを画定するように構成されている、搬送することと、

成形機を選択された場所へ細長い成形マンドレルの長さに沿って平行移動させることと、

成形機で選択されたプライキャリアを受け入れることと、

成形機で、選択されたプライキャリアと、選択されたプライキャリアによって細長いプライ成形面の選択された部分の上に支持されているそれぞれのプライセグメントとを変形させることと、

それぞれのプライセグメントを細長いプライ成形面の選択された部分上に保持しながら、

それぞれのプライセグメントを選択されたプライキャリアから取り外すことと、

成形機で、選択されたプライキャリアをプライキッティングエリアへ戻すことと、

複数のプライセグメントを細長いプライ成形面上に位置づけし、未硬化複合構造を少なくとも部分的に画定するために、それぞれがそれぞれのプライセグメントを支持する複数のプライキャリアで、搬送することと、平行移動させることと、受け入れることと、変形させることと、取り外すことと、戻すこととを繰り返すこととを含む方法。

【 0 2 9 3 】

E 2 . 方法は更に、複数のプライセグメントを製造することを含み、製造することは、複数のプライセグメントのそれぞれのプライセグメントを、複数の自動プライキッティングツールの各プライキッティングツールで別々に製造することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 2 9 4 】

E 3 . 製造することは、複数のプライセグメントの少なくとも 2 つのプライセグメントを、複数の自動プライキッティングツールの 2 つの異なるプライキッティングツールで同時に製造することを含む、段落 E 2 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 2 9 5 】

E 4 . 方法は更に、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジン内に複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを保管することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 2 9 6 】

E 5 . 保管することは、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジンに少なくとも 2 つのプライキャリアを保管することを含む、段落 E 4 に記載の方法。

【 0 2 9 7 】

E 6 . 保管することは、複数のプライキャリアマガジンの各プライキャリアマガジン内に複数のプライキャリアのそれぞれのサブセットを垂直に保管することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

10

【 0 2 9 8 】

E 7 . 方法は更に、未硬化複合構造を細長い成形マンドレルの細長いプライ成形面から硬化マンドレルへ移送することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 2 9 9 】

E 8 . 方法は更に、未硬化複合構造を硬化させて硬化された複合構造を製造するために未硬化複合構造を加熱することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 0 】

E 9 . 方法は更に、選択されたプライキャリアをクリーニングすることを含む、段落 E 1 に記載の方法。

20

【 0 3 0 1 】

E 1 0 . 方法は更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアの場所を電子的に追跡することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 2 】

E 1 1 . 方法は更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアによって支持される少なくとも 1 つのプライセグメントの構造を電子的に追跡することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 3 】

E 1 2 . 方法は更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアを固有に識別することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

30

【 0 3 0 4 】

E 1 3 . 方法は更に、複数のプライキャリアの各プライキャリアに関する情報のデータベースを維持することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 5 】

E 1 4 . 方法は、変形させている間に、細長いプライ成形面と、選択されたプライキャリアとの間にそれぞれのプライセグメントを位置づけすることを含む、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 6 】

E 1 5 . 繰り返すことは、複数のプライセグメントの各プライセグメントの未硬化複合構造内の場所と、複数のプライセグメントの各プライセグメントの組成の両方を選択することを含む、段落 E 1 に記載の方法。

40

【 0 3 0 7 】

E 1 6 . 繰り返すことは、最初に成形機を細長い成形マンドレルの長さに沿って徐々に平行移動させて、複合材料の第 1 のコースを細長いプライ成形面上に位置づけし、続いて次に成形機を細長い成形マンドレルの長さに沿って徐々に平行移動させて、複合材料の第 1 のコース上に複合材料の第 2 のコースを位置づけすることを含み、複合材料の第 1 のコースは、複数のプライセグメントの第 1 のサブセットを含み、更に、複合材料の第 2 のコースは、複数のプライセグメントの第 2 のサブセットを含み、段落 E 1 に記載の方法。

【 0 3 0 8 】

本明細書で使用されるように、装置の一又は複数の構成要素若しくは特徴の動作、運動

50

、構成、又はその他の動作を修正する場合の「選択的な」及び「選択的に」という用語は、その特定の動作、運動、構成又はその他の動作が、装置の態様、もしくは装置の一又は複数の構成要素のユーザによる操作の直接的又は間接的な結果であることを意味する。

【0309】

本明細書で使用されているように、「適合された」及び「構成された」という表現は、要素、構成要素、又は他の対象が所与の機能を果たすように設計されている及び／又は意図されていることを意味する。したがって、「適合される」及び「構成される」という表現の使用は、所与の要素、構成要素、又はその他の対象が、単に所与の機能を実行「できる」ことを意味するのではなく、要素、構成要素、及び／又はその他の対象が、その機能を実行する目的で、具体的に選択、製造、実施、利用、プログラミング、及び／又は設計されることを意味すると解釈されるべきである。特定の機能を実行するように適合されるとして列挙される要素、構成要素、及び／又はその他の列挙される対象を、追加的に又は代替的に、その機能を実行するように構成されると説明できること、且つ逆の場合もあり得ることも、本開示の範囲内に含まれる。同様に、特定の機能を実行するように構成されるとして列挙される対象が、追加的に又は代替的に、その機能を実行するように動作可能であると説明してもよい。

10

【0310】

本明細書で開示されるシステム及び方法のステップの様々な開示要素は、本開示に係るすべてのシステム及び方法に必要とされているわけではなく、本開示は、本明細書で開示される様々な要素及びステップのすべての新規及び非自明の組み合わせ並びに部分的組み合わせを含む。更に、本明細書で開示される様々な要素及びステップのうちの1つ又は複数は、開示されるシステム、又は方法全体とは別個の分離した、独立した発明の対象を画定し得る。従って、そのような発明の対象は、本明細書中で明確に開示される特定のシステム、及び方法と関連付けられる必要はなく、そのような発明の対象は、本明細書で明確に開示されないシステム、及び／又は方法の有用性を見出し得る。

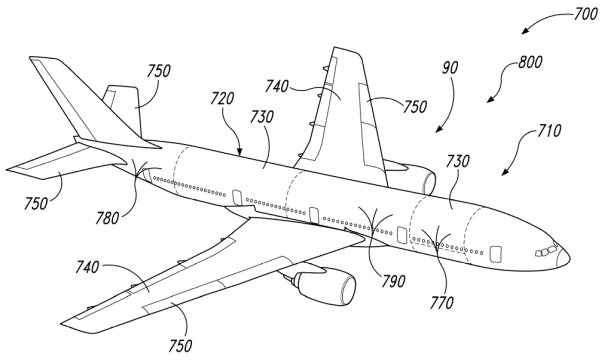
20

【0311】

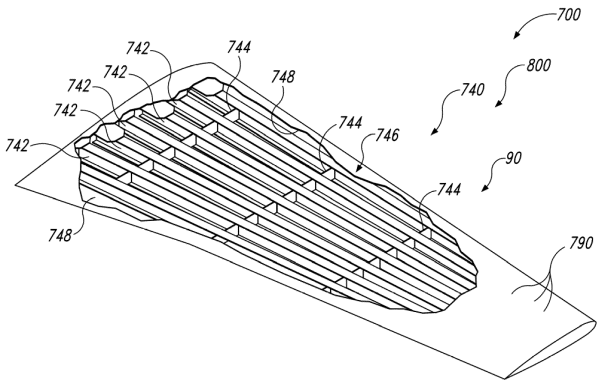
本明細書で使用する「例えば」という表現、「一例として」という表現及び／又は単なる「例」という単語は、本発明に係る一又は複数の構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法を参照して使用される時は、記載された構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法は、本発明に係る構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法の実例となる非限定的な例であることを伝えるように意図されたものである。従って、記載された構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法は限定するもの、要求されるもの、又は排他的／包括的なものではなく、構造的に及び／又は機能的に同様の及び／又は同等の構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法を含む他の構成要素、特徴、詳細、構造、実施形態、及び／又は方法もまた本発明の範囲内である。

30

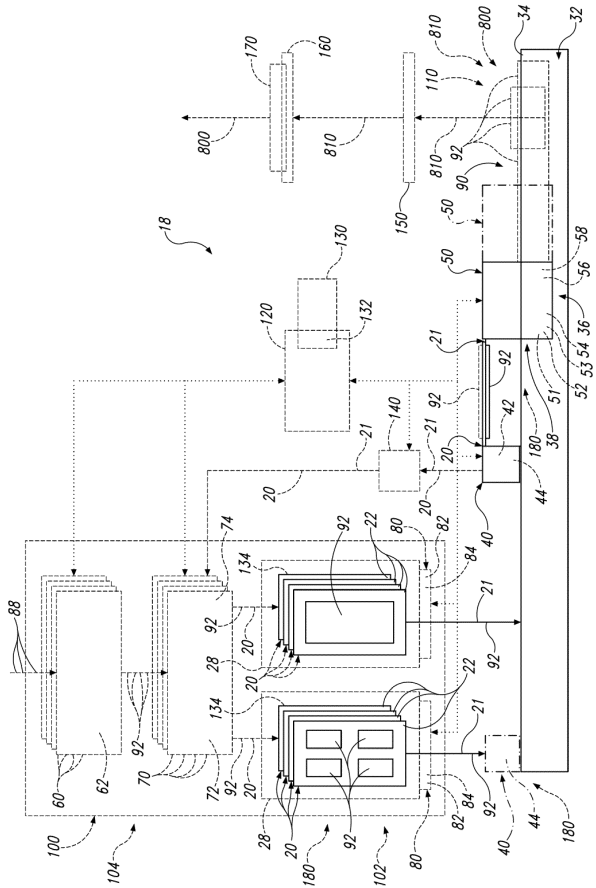
【図1】



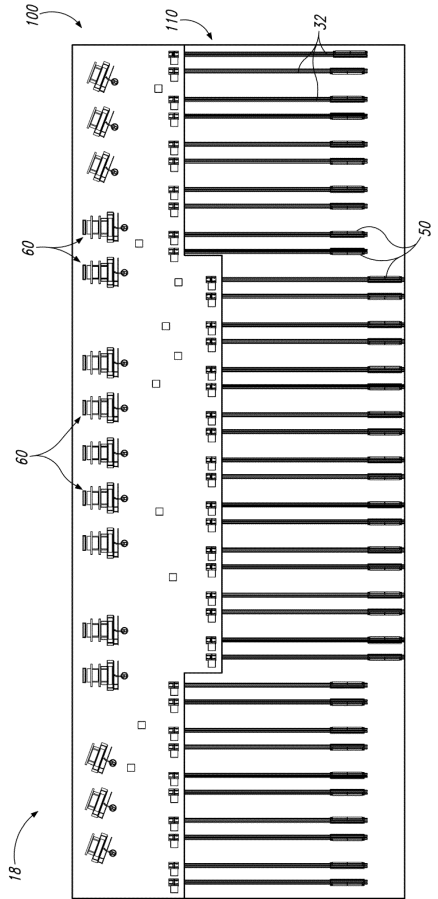
【図2】



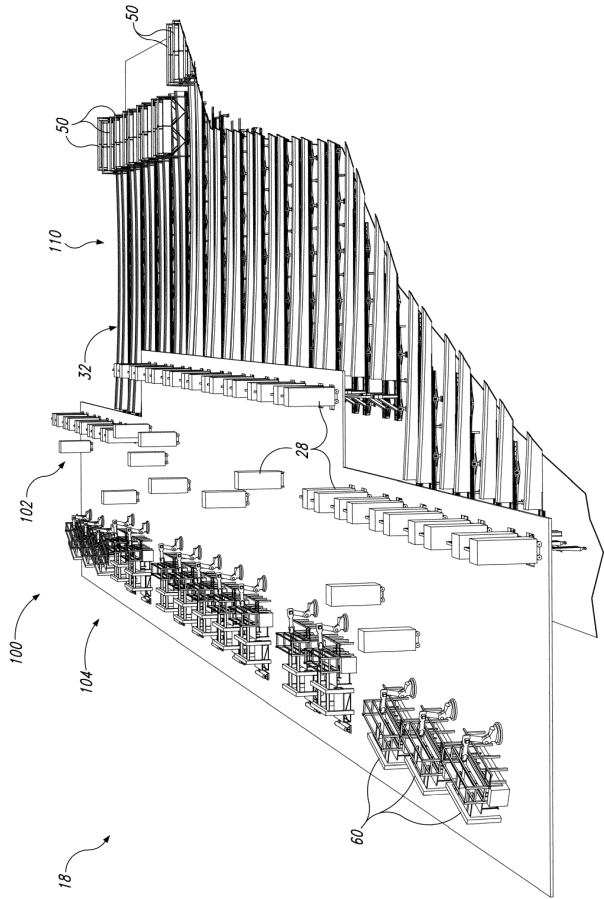
【図3】



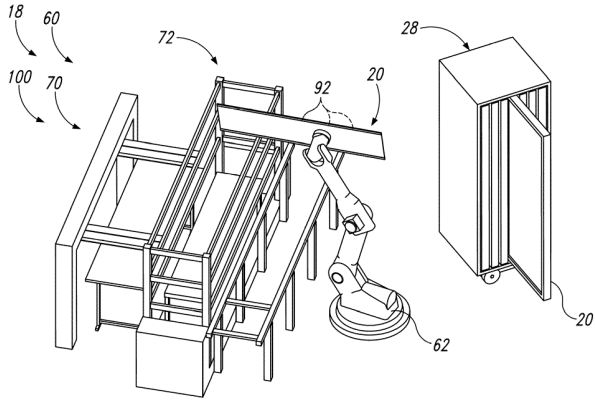
【図4】



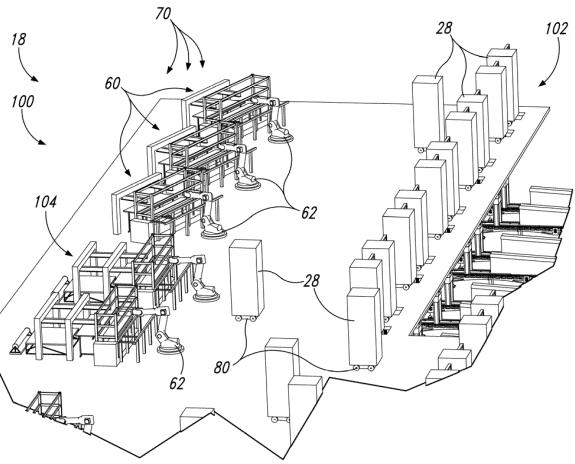
【図5】



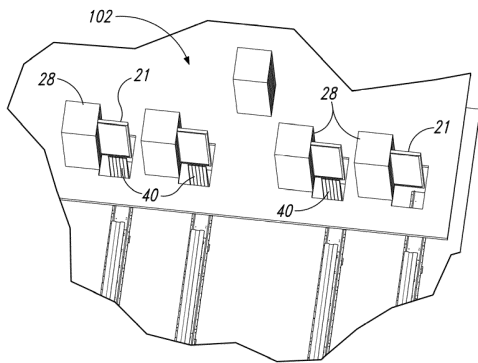
【図6】



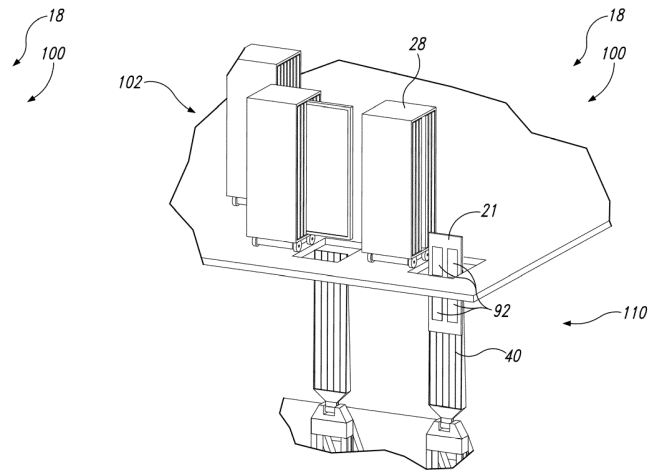
【図7】



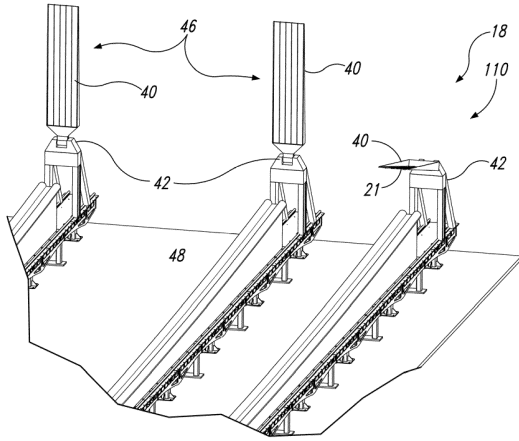
【図8】



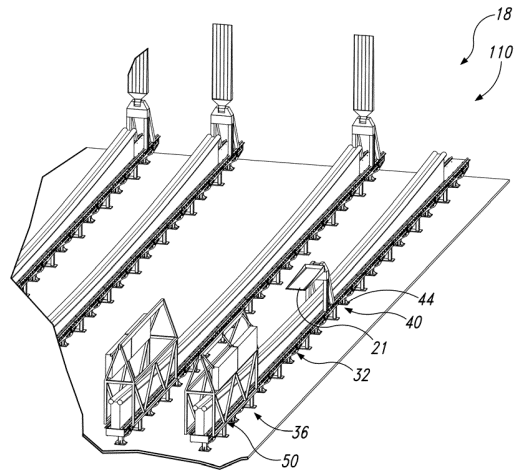
【図9】



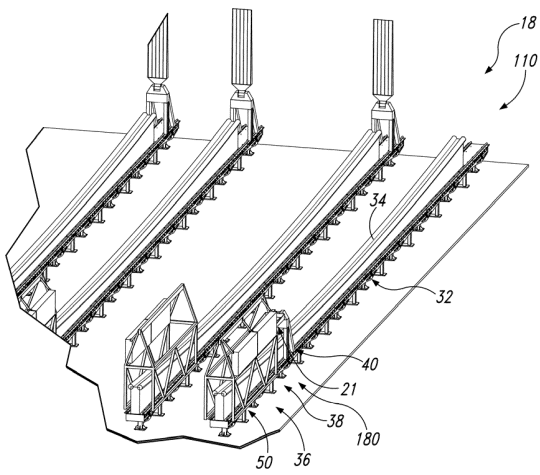
【図10】



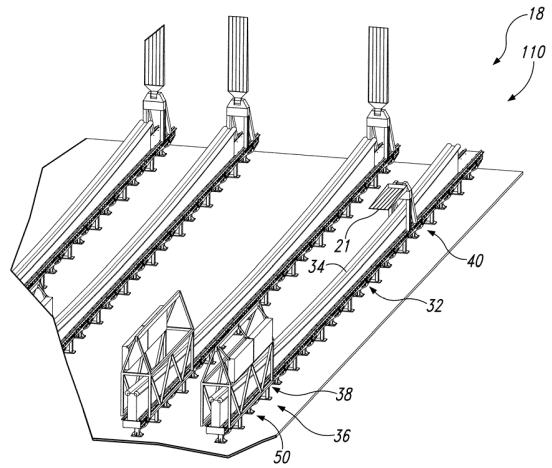
【図11】



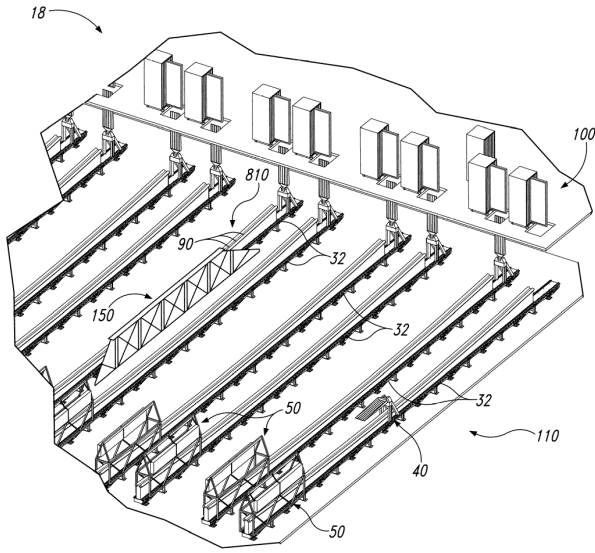
【図12】



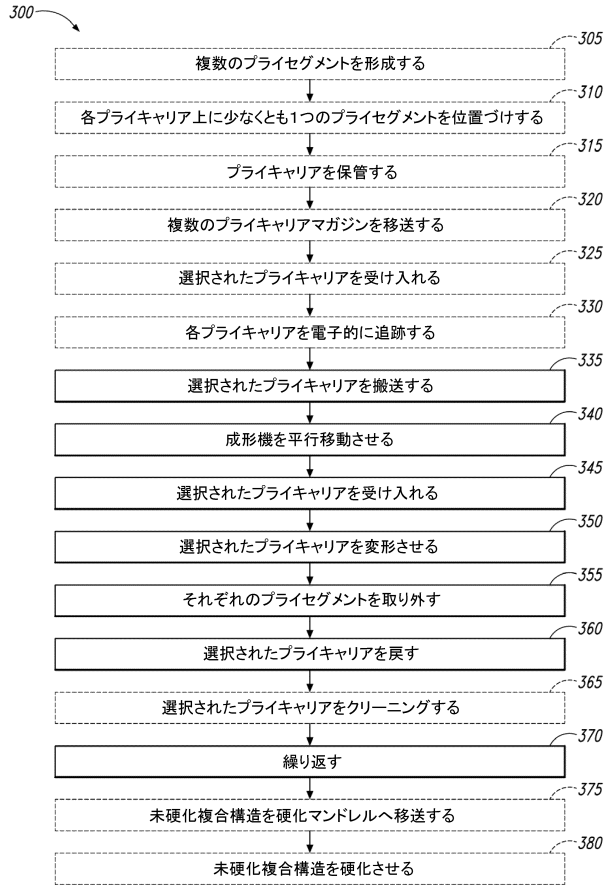
【図13】



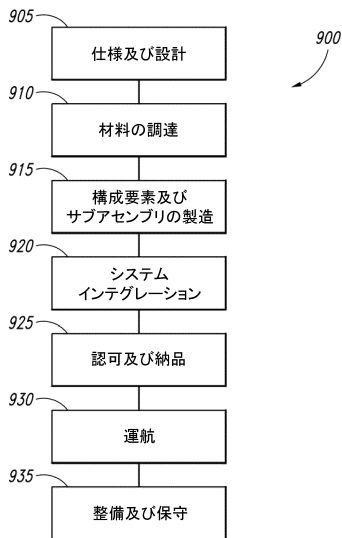
【図14】



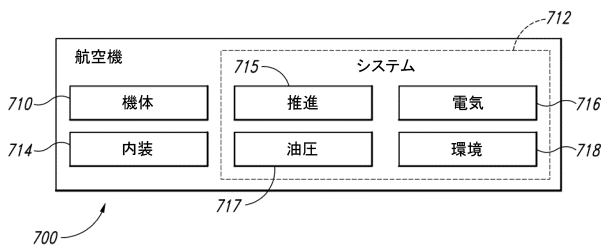
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (72)発明者 ザンブラーナ, サミュエル エフ.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ロッター, ダニエル エム.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 チャップマン, マイケル ロバート
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ハッラディン, スティーヴン ケー.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 リー, ベンジャミン ボーウェン
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 リトル, ジョシュア ディー
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 マッカーヴィル, ダグラス アラン
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 メデンシー, ジェーソン エー.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 チウブカ, ラッセル ディー.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ラビエガ, マーシン アーチャー
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ユルチク, アンドレイ エフ.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ハンセン, マーティン ダブリュ.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
- (72)発明者 ハーパー, トーマス ピー.
アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100

審査官 菅原 洋平

- (56)参考文献 特表2016-501756(JP,A)
特表2012-501274(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C70/00-70/88