

(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2019-526474

(P2019-526474A)

(43) 公表日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 2 9 C 70/44 (2006.01)</b>	B 2 9 C 70/44	4 F 2 0 5
<b>B 2 9 C 70/06 (2006.01)</b>	B 2 9 C 70/06	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2019-512969 (P2019-512969) (86) (22) 出願日 平成29年9月6日 (2017.9.6) (85) 翻訳文提出日 平成31年3月7日 (2019.3.7) (86) 国際出願番号 PCT/GB2017/052591 (87) 国際公開番号 W02018/046908 (87) 国際公開日 平成30年3月15日 (2018.3.15) (31) 優先権主張番号 1615213.4 (32) 優先日 平成28年9月7日 (2016.9.7) (33) 優先権主張国・地域又は機関 英国 (GB)	(71) 出願人 508305926 エアバス オペレーションズ リミティド イギリス国, ブリストル ビーエス34 7ピーエー, フィルトン, エアロスペース アベニュー, ペガサス ハウス (74) 代理人 100099759 弁理士 青木 篤 (74) 代理人 100123582 弁理士 三橋 真二 (74) 代理人 100147555 弁理士 伊藤 公一 (74) 代理人 100160705 弁理士 伊藤 健太郎 (74) 代理人 100214868 弁理士 吉井 一馬
---	---

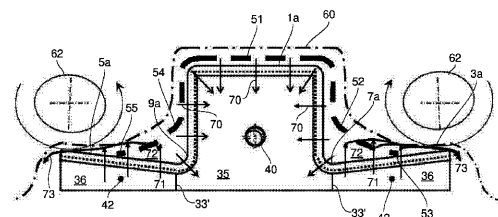
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層装入体の真空成形

## (57) 【要約】

成形工程において、成形ツールと不透過性シートとの間に、不透過性シートに積層装入体を成形ツールの雄型コーナー部に対して及び成形ツールの雌型コーナー部の中に押し付けさせる吸引力が発生される。成形ツールの雄型コーナー部は、積層装入体の第一の部分と第二の部分との間に位置し、成形ツールの雌型コーナー部は、積層装入体の第二の部分と第三の部分との間に位置する。成形工程の過程で、成形ツールと積層装入体の部分との間にガスが注入されて、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間にガスクッション部が作り出される。このガスクッション部は、積層装入体が成形ツールの雌型コーナー部の中に押し付けられる際に、積層装入体の第三の部分が成形ツールに固定されてしまうことを防止する。所望に応じて、吸引力は、一連の段階で真空開口部を通して空気を吸引することによって発生される。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

積層装入体を成形する方法であって、前記積層装入体は、第一、第二、及び第三の部分  
を有し、前記方法は、

雄型コーナー部及び雌型コーナー部を有する成形ツール上に前記積層装入体を載せるこ  
とと、

成形工程において、前記成形ツールと不透過性シートとの間に、前記不透過性シートに  
前記積層装入体を前記成形ツールの前記雄型コーナー部に対して及び前記成形ツールの前  
記雌型コーナー部の中に押し付けさせる吸引力を発生させることであって、前記成形ツ  
ールの前記雄型コーナー部は、前記積層装入体の前記第一の部分と前記第二の部分との間に  
位置し、前記成形ツールの前記雌型コーナー部は、前記積層装入体の前記第二の部分と前  
記第三の部分との間に位置する、吸引力を発生させることと、

10

前記成形工程の過程において、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第三の部分との  
間にガスクッション部を作り出すために、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第三の  
部分との間にガスを注入することと、

を含む、方法。

**【請求項 2】**

前記成形工程の後、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第三の部分との間のガスの  
前記注入を停止すること、及び前記成形ツールと前記不透過性シートとの間に、前記不透  
過性シートに前記積層装入体の前記第三の部分を前記成形ツールに対して押し付けさせる  
吸引力を発生させること、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 3】**

前記積層装入体の前記第三の部分が、エッジを有するフランジ部であり、前記成形ツ  
ールと前記積層装入体の前記第三の部分との間に注入された前記ガスの少なくとも一部が、  
前記フランジ部の前記エッジを通して流れることによって前記ガスクッション部から排出  
される、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記積層装入体が、ドライ繊維層の積層体を備える、請求項 1 から 3 のいずれか一項に  
記載の方法。

**【請求項 5】**

30

前記成形工程の後、前記積層装入体の前記ドライ繊維層に液体マトリックス材を注入す  
ることをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記成形工程の後、前記成形ツールから前記積層装入体を取り出すことと、

インフュージョンツール上に、前記インフュージョンツールの雌型コーナー部が前記積  
層装入体の前記第一の部分と前記積層装入体の前記第二の部分との間に位置し、前記イン  
フュージョンツールの雄型コーナー部が前記積層装入体の前記第二の部分と前記積層装入  
体の前記第三の部分との間に位置するように前記積層装入体を配置することと、

前記インフュージョンツール上の前記積層装入体の前記ドライ繊維層に液体マトリック  
ス材を注入することと、をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

40

**【請求項 7】**

前記不透過性シートに前記積層装入体を前記成形ツールの前記雄型コーナー部に対して  
及び前記成形ツールの前記雌型コーナー部の中に押し付けさせる前記吸引力、並びに前記  
不透過性シートに前記積層装入体の前記第三の部分を前記成形ツールに対して押し付けさ  
せる前記吸引力が、同じ真空発生装置によって発生される、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記ガスが、圧縮ガスである、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記ガスが、空気を含む、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 10】**

50

前記積層装入体が、第四及び第五の部分とを有し、

前記成形ツールが、第二の雄型コーナー部及び第二の雌型コーナー部とを有し、

前記方法が、

前記成形工程において、前記成形ツールと前記不透過性シートとの間に、前記不透過性シートに前記積層装入体を前記成形ツールの前記第二の雄型コーナー部に対して及び前記成形ツールの前記第二の雌型コーナー部の中に押し付けさせる吸引力を発生させることであって、前記成形ツールの前記第二の雄型コーナー部は、前記積層装入体の前記第一の部分と前記第四の部分との間に位置し、前記成形ツールの前記第二の雌型コーナー部は、前記積層装入体の前記第四の部分と前記第五の部分との間に位置する、吸引力を発生させることと、

10

前記成形工程の過程において、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第五の部分との間に第二のガスクッション部を作り出すために、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第五の部分との間にガスを注入することと、をさらに含む、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記成形工程の後、前記成形ツールと前記積層装入体の前記第五の部分との間のガスの前記注入を停止すること、及び前記成形ツールと前記不透過性シートとの間に、前記不透過性シートに前記積層装入体の前記第五の部分と前記成形ツールに対して押し付けさせる吸引力を発生させること、をさらに含む、請求項 1 0 に記載の方法。

20

【請求項 1 2】

前記雄型コーナー部が、前記成形ツールの第一の面と前記成形ツールの第二の面との間に位置し、

前記雌型コーナー部が、前記成形ツールの前記第二の面と前記成形ツールの第三の面との間に位置し、

前記成形ツールが、前記成形ツールの前記第一の面及び第二の面に真空開口部を、前記成形ツールの前記第三の面にガス注入開口部を有し、

前記吸引力が、前記真空開口部を通してガスを吸引することによって発生され、

前記ガスが、前記ガス注入開口部を通して前記成形ツールと前記積層装入体の前記第三の部分との間に注入される、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 1 3】

前記積層装入体が、繊維層の積層体を備える、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記成形ツールの上で前記不透過性シートに張力を掛けるさらなる工程をさらに含む、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記成形ツールに対して前記不透過性シートをクランプ固定するさらなる工程をさらに含む、請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6】

積層装入体を成形するための成形ツールであって、前記成形ツールは、

40

第一、第二、及び第三の面と、

前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雄型コーナー部と、

前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雌型コーナー部と、

前記第一及び第二の面にある真空開口部であって、前記真空開口部は、前記真空開口部を通して前記第一及び第二の面からガスを吸引することによって前記第一及び第二の面に隣接して吸引力を作り出すように配列される、真空開口部と、

前記真空開口部と流体連結されている真空ポートと、

前記第三の面にあるガス注入開口部であって、前記ガス注入開口部からガスを注入することによって前記第三の面に隣接してガスクッション部を作り出すように配列される、ガス注入開口部と、

50

前記ガス注入開口部と流体連結されているガスポートと、を備える、成形ツール。

【請求項 17】

前記真空ポートを前記真空開口部と結合させる真空マニホールドであって、前記真空ポートは、前記真空マニホールドを介して前記真空開口部と流体連結されている、真空マニホールドと、

前記ガスポートを前記ガス注入開口部と結合させるガスマニホールドであって、前記ガスポートは、前記ガスマニホールドを介して前記ガス注入開口部と流体連結されている、ガスマニホールドと、をさらに備える、請求項 16 に記載の成形ツール。

【請求項 18】

前記真空ポートと結合された真空発生装置をさらに備える、請求項 16 又は 17 に記載の成形ツール。

【請求項 19】

前記ガス注入ポートと結合されたガス源をさらに備える、請求項 16、17、又は 18 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 20】

前記真空開口部が、前記成形ツールの前記第一及び第二の面に孔のアレイを備える、請求項 16 から 19 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 21】

前記ガス注入開口部が、前記成形ツールの前記第三の面に孔のアレイを備える、請求項 16 から 20 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 22】

第四及び第五の面と、

前記成形ツールの前記第一の面と前記第四の面との間に位置する第二の雄型コーナー部と、

前記成形ツールの前記第四の面と前記第五の面との間に位置する第二の雌型コーナー部と、

前記成形ツールの前記第四の面にある真空開口部の第二のセットであって、真空開口部の前記第二のセットは、前記真空開口部を通して前記成形ツールの前記第四の面からガスを吸引することによって前記成形ツールの前記第四の面に隣接して吸引力を作り出すように配列され、前記真空ポートは、真空開口部の前記第二のセットと流体連結されている、真空開口部の第二のセットと、

前記成形ツールの前記第五の面にあるガス注入開口部の第二のセットであって、ガス注入開口部の前記第二のセットは、ガス注入開口部の前記第二のセットからガスを注入することによって前記成形ツールの前記第五の面に隣接して第二のガスクッション部を作り出すように配列される、ガス注入開口部の第二のセットと、

ガス注入開口部の前記第二のセットと流体連結されている第二のガスポートと、をさらに備える、請求項 16 から 21 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 23】

前記成形ツールの上に取り付けることができる不透過性シートをさらに備える、請求項 16 から 22 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 24】

前記成形ツールの前記雄型コーナー部に、又は前記雄型コーナー部の各々に雄型コーナー部真空開口部を備え、前記雄型コーナー部真空開口部は、前記雄型コーナー部真空開口部を通して前記成形ツールの前記雄型コーナー部からガスを吸引することによって前記成形ツールの前記雄型コーナー部に隣接して吸引力を作り出すように配列され、前記真空ポートは、前記雄型コーナー部真空開口部と流体連結されている、請求項 16 から 23 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 25】

前記成形ツールの前記雌型コーナー部に、又は前記雌型コーナー部の各々に雌型コーナー部真空開口部を備え、前記雌型コーナー部真空開口部は、前記雌型コーナー部真空開口

10

20

30

40

50

部を通して前記成形ツールの前記雌型コーナー部からガスを吸引することによって前記成形ツールの前記雌型コーナー部に隣接して吸引力を作り出すように配列され、前記真空ポートは、前記雌型コーナー部真空開口部と流体連結されている、請求項 16 から 24 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 26】

積層装入体を成形するための装置であって、前記装置は、

成形ツールであって、第一、第二、及び第三の面、前記成形ツールの前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雄型コーナー部、並びに前記成形ツールの前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雌型コーナー部を有する、成形ツールと、

前記成形ツールの前記第一及び第二の面からガスを吸引することによって前記成形ツールの前記第一及び第二の面に隣接して吸引力を作り出すように配列された真空システムと、

前記成形ツールの前記第三の面に隣接してガスを注入することによって前記成形ツールの前記第三の面に隣接してガスクッション部を作り出すように配列されたガス注入システムと、を備える、装置。

【請求項 27】

前記成形ツールに対して反転した相補的形状を有するインフュージョンツールであって、前記インフュージョンツールは、第一、第二、及び第三の面、前記インフュージョンツールの前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雌型コーナー部、並びに前記インフュージョンツールの前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雄型コーナー部を有する、インフュージョンツール、をさらに備える、請求項 26 に記載の装置。

【請求項 28】

前記成形ツールの上に取り付けることができる不透過性シートをさらに備える、請求項 26 又は 27 に記載の装置。

【請求項 29】

前記不透過性シートに張力を掛けるための張力付与機構をさらに備える、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 30】

前記不透過性シートを前記成形ツールに対してクランプ固定するように構成されたクランプ機構をさらに備える、請求項 28 又は 29 に記載の装置。

【請求項 31】

積層装入体を成形するための方法であって、前記方法は、

真空開口部を有する成形表面を備えた成形ツール上に前記積層装入体を載せることと、一連の段階で、前記真空開口部を通してガスを吸引することによって、前記成形ツールと不透過性シートとの間に吸引力を発生させることであって、前記吸引力により、前記不透過性シートは、前記積層装入体を前記成形表面に対して押し付ける、吸引力を発生させることと、を含み、

前記一連の段階の第一の段階の過程で、ガスは、前記積層装入体の第一の部分が前記成形表面に対して押し付けられるように、前記真空開口部の第一のセットを通して吸引され、

前記一連の段階の前記第一の段階後の前記一連の段階の第二の段階の過程で、ガスは、前記積層装入体の第二の部分が前記成形表面に対して押し付けられるように、前記真空開口部の第二のセットを通して吸引され、

ガスは、前記一連の段階の前記第一の段階の過程では、前記真空開口部の前記第二のセットを通して吸引されない、方法。

【請求項 32】

前記一連の段階の前記第二の段階の後、前記一連の段階の前記第一及び第二の段階が順に繰り返される、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

前記一連の段階の前記第二の段階の過程で、ガスは、前記真空開口部の前記第一及び第

10

20

30

40

50

二のセットの両方を通して吸引される、請求項 3 1 又は 3 2 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記一連の段階の前記第一の段階の過程では、前記積層装入体の前記第二の部分は、前記成形表面と接触しておらず、前記一連の段階の前記第二の段階の過程では、前記積層装入体の前記第二の部分は、前記成形表面と接触する、請求項 3 1 から 3 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記成形表面が、一对の面と、前記一对の面の間に位置する雄型又は雌型コーナー部と、を備え、

前記真空開口部の前記第一のセットは、前記面のうちの一方に存在し、真空開口部の前記第二のセットは、前記面のうちの他方に存在する、請求項 3 1 から 3 4 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 3 6】

前記成形表面が、一对の面と、前記一对の面の間に位置する雄型又は雌型コーナー部と、を備え、

真空開口部の前記第一のセットは、前記面のうちの一方に存在し、真空開口部の前記第二のセットは、前記雄型又は雌型コーナー部に存在し、

前記真空開口部の第三のセットは、前記面のうちの他方に存在し、

前記一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、前記積層装入体の第三の部分が前記面のうちの他方に対して押し付けられるように、前記真空開口部の前記第三のセットを通して吸引され、

20

ガスは、前記一連の段階の前記第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の前記第三のセットを通して吸引されない、請求項 3 1 から 3 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記成形表面が、第一、第二、及び第三の面と、前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雄型コーナー部と、前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雌型コーナー部と、を備え、

前記真空開口部の前記第一のセットは、前記第一の面及び / 又は前記雄型コーナー部及び / 又は前記第二の面に存在し、

前記真空開口部の前記第二のセットは、前記雌型コーナー部及び / 又は前記第三の面に存在する、請求項 3 1 から 3 5 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 3 8】

前記真空開口部の前記第二のセットが、前記雌型コーナー部に存在し、

前記真空開口部の第三のセットが、前記第三の面に存在し、

前記一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、前記積層装入体の第三の部分が前記成形表面に対して押し付けられるように、前記真空開口部の前記第三のセットを通して吸引され、

ガスは、前記一連の段階の前記第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の前記第三のセットを通して吸引されない、請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記成形表面が、第一、第二、及び第三の面と、前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雄型コーナー部と、前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雌型コーナー部と、を備え、

40

前記真空開口部の前記第一のセットは、前記第一の面に存在し、

前記真空開口部の前記第二のセットは、前記第二の面に存在し、

前記真空開口部の第三のセットは、前記第三の面に存在し、

前記一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、前記積層装入体の第三の部分が前記成形表面に対して押し付けられるように、前記真空開口部の前記第三のセットを通して吸引され、

ガスは、前記一連の段階の前記第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の前記第三

50

のセットを通して吸引されない、請求項 3 1 から 3 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記一連の段階の前記第一及び／又は第二の段階の過程で、ガスは、前記成形表面と前記積層装入体の前記第三の部分との間にガスクッション部を作り出すために、前記真空開口部の前記第三のセットを通して注入される、請求項 3 8 又は 3 9 に記載の方法。

【請求項 4 1】

積層装入体を成形するための成形ツールであって、前記成形ツールは、  
真空開口部の第一及び第二のセットを有する成形表面と、  
第一及び第二の制御バルブと、

それぞれ、前記第一及び第二の制御バルブを介して真空開口部の前記第一及び第二のセットと流体連結されている真空発生装置と、を備え、

前記真空発生装置は、真空開口部の前記第一及び第二のセットを通して前記成形表面からガスを吸引することによって、前記成形表面に隣接して吸引力を発生させるように構成され、

前記第一及び第二の制御バルブは、個別に運転されることで、それぞれ真空開口部の前記第一及び第二のセットによって発生される前記吸引力を独立して制御することができる、成形ツール。

【請求項 4 2】

積層装入体を成形するための成形ツールであって、前記成形ツールは、  
真空開口部の第一及び第二のセットを有する成形表面と、

真空開口部の前記第一のセットと流体連結されており、真空開口部の前記第一のセットを通して前記成形表面からガスを吸引することによって、前記成形表面に隣接して吸引力を発生させるように構成されている第一の真空発生装置と、

真空開口部の前記第二のセットと流体連結されており、真空開口部の前記第二のセットを通して前記成形表面からガスを吸引することによって、前記成形表面に隣接して吸引力を発生させるように構成されている第二の真空発生装置と、を備え、

前記第一及び第二の真空発生装置は、個別に運転されることで、それぞれ真空開口部の前記第一及び第二のセットによって発生される前記吸引力を独立して制御することができる、成形ツール。

【請求項 4 3】

前記第二の真空発生装置が、真空開口部の前記第二のセットを通して前記成形表面からガスを吸引する真空発生モードと、前記成形表面に隣接してガスクッション部を発生させるように、真空開口部の前記第二のセットを通してガスを注入するガス注入モードとの間で切り替えることができる、請求項 4 2 に記載の成形ツール。

【請求項 4 4】

前記成形表面が、一对の面と、前記一对の面の間に位置する雄型又は雌型コーナー部と、を備え、真空開口部の前記第一のセットは、前記面のうちの一方に存在し、真空開口部の前記第二のセットは、前記面のうちの他方に存在する、請求項 4 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 4 5】

前記雄型又は雌型コーナー部が、雌型コーナー部である、請求項 4 4 に記載の成形ツール。

【請求項 4 6】

前記成形表面が、一对の面と、前記一对の面の間に位置する雄型又は雌型コーナー部と、を備え、真空開口部の前記第一又は第二のセットは、前記コーナー部に存在する、請求項 4 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項 4 7】

前記成形表面が、第一、第二、及び第三の面と、前記第一の面と前記第二の面との間に位置する雄型コーナー部と、前記第二の面と前記第三の面との間に位置する雌型コーナー部と、を備え、前記真空開口部の前記第一のセットは、前記第一の面及び／又は前記雄型

10

20

30

40

50

コーナー部及び／又は前記第二の面に存在し、前記真空開口部の前記第二のセットは、前記雌型コーナー部及び／又は前記第三の面に存在する、請求項４１から４６のいずれか一項に記載の成形ツール。

【請求項４８】

前記真空開口部の前記第二のセットが、前記第三の面に存在する、請求項４７に記載の成形ツール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、積層装入体を成形する方法に関する。本発明はまた、積層装入体を成形するための成形ツール及び装置に関する。装入体は、限定されないが、典型的には、複合材料であるか、又は後に注入されて複合材料を形成するプリフォームである。

10

【背景技術】

【０００２】

複合材料を真空成形する公知の方法は、米国特許第４５６２０３３号明細書に記載されている。プリプレグが、加熱された成形型上に配置され、微孔性フィルム材のシート、ブリーザー材、及び不透過性膜で覆われる。

【０００３】

いくつかの公知の真空成形プロセスでの問題点は、成形ツールに固定されてしまうことなしに成形ツールの雌型コーナー部へ装入体を簡単に吸引させることが困難であり得ることである。

20

【０００４】

プリフォーム材のシートを成形するための別の公知の方法は、米国特許第４９４６６４０号明細書に記載されている。

【発明の概要】

【０００５】

本発明の第一の態様は、請求項１に記載の積層装入体を成形する方法を提供する。真空成形工程の過程で、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間にガスが注入されて、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間にガスクッション部が作り出される。ガスクッション部は、積層装入体が成形ツールの雌型コーナー部の中に押し付けられる際に、積層装入体の第三の部分が成形ツールに固定されてしまうことを防止する。

30

【０００６】

成形工程の後、装入体は、装入体の第三の部分へ吸引力を適用することなく、ツールから取り出すことができる。しかし、より典型的には、方法は、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間のガスの注入を停止すること、及び成形ツールと不透過性シートとの間に、不透過性シートに積層装入体の第三の部分を成形ツールに対して押し付けさせる吸引力を発生させることをさらに含む。

【０００７】

所望に応じて、積層装入体の第三の部分は、エッジを有するフランジ部であり、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間に注入されたガスの少なくとも一部は、フランジ部のエッジを通して流れることによってガスクッション部から排出される。別の選択肢として、成形ツールと積層装入体の第三の部分との間に注入されたガスは、層状装入体の厚さ方向を通して流れることによって、又は成形ツールの第二の面にある真空開口部に流れることによって、ガスクッション部から排出されてもよい。

40

【０００８】

層状装入体の第三の部分は、エッジを有するフランジ部であってよく、又はそれは、延びてさらなるコーナー部を、例えば階段形状を形成してもよい。

【０００９】

不透過性シートに積層装入体を成形ツールの雄型コーナー部に対して及び成形ツールの雌型コーナー部の中に押し付けさせる吸引力、並びに不透過性シートに積層装入体の第三

50



の部分成形ツールに対して押し付けさせる吸引力は、同じ真空発生装置によって、又は異なる真空発生装置によって発生されてもよい。成形ツールのコーナー部は、いかなる角度又は形状であってもよい。成形ツールの表面は、いかなる角度又は形状であってもよい。

【 0 0 1 0 】

典型的には、ガスは、圧縮ガスであり、例えば、圧縮ガスボンベからである。

【 0 0 1 1 】

ガスは、空気であってもよく、又は他の適切ないかなるガスであってもよい。

【 0 0 1 2 】

方法は、少なくとも、装入体を「Z」形状に成形するために用いられてよいが、それはまた、シルクハット形状、オメガ形状、又は階段形状などのより複雑な形状に成形するために用いられてもよい。好ましい例では、積層装入体は、第四及び第五の部分とを有し；成形ツールは、第二の雄型コーナー部及び第二の雌型コーナー部とを有し；並びに方法は、成形工程において、成形ツールと不透過性シートとの間に、不透過性シートに積層装入体を成形ツールの第二の雄型コーナー部に対して及び成形ツールの第二の雌型コーナー部の中に押し付けさせる吸引力を発生させることであって、成形ツールの第二の雄型コーナー部は、積層装入体の第一の部分と第四の部分との間に位置し、成形ツールの第二の雌型コーナー部は、積層装入体の第四の部分と第五の部分との間に位置する、吸引力を発生させること、及び成形工程の過程において、成形ツールと積層装入体の第五の部分との間に第二のガスクッション部を作り出すために、成形ツールと積層装入体の第五の部分との間にガスを注入すること、をさらに含む。

10

20

【 0 0 1 3 】

第二のガスクッション部は、第一のガスクッション部と同じ機能を実行し、それは、積層装入体が成形ツールの雌型コーナー部の中に押し付けられる際に、積層装入体の第五の部分が成形ツールに固定されてしまうことを防止する。これによって、装入体をシルクハット形状又はオメガ形状に成形することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

雄型コーナー部は、成形ツールの第一の面と成形ツールの第二の面との間に位置し、雌型コーナー部は、成形ツールの第二の面と成形ツールの第三の面との間に位置する。成形ツールは、成形ツールの第一、第二、及び第四の面に、並びに／又は真空ツールの雄型コーナー部に、並びに／又は成形ツールの雌型コーナー部に、真空開口部を有してよい。そのような真空開口部が備えられた場合、吸引力は、真空開口部を通してガスを吸引することによって発生される。別の選択肢として、真空は、そのような真空開口部を用いることなく適用されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

ガス注入開口部が、成形ツールの第三及び第五の面に備えられてよい。そのようなガス注入開口部が備えられた場合、ガスは、ガス注入開口部を通して、成形ツールと積層装入体との間に注入される。別の選択肢として、ガスは、そのようなガス注入開口部を用いることなく注入されてもよい。

40

【 0 0 1 6 】

本発明の第二の態様は、請求項 16 に記載の積層装入体を成形するための成形ツールを提供する。成形ツールは、成形ツールの第一及び第二の面に真空開口部を有する。真空開口部は、真空開口部を通して成形ツールの第一及び第二の面からガスを吸引することによって成形ツールの第一及び第二の面に隣接して吸引力を作り出すように配列される。真空ポートが、所望に応じて真空マニホールドを介して、真空開口部と流体連結されて備えられる。

【 0 0 1 7 】

ガス注入開口部も、成形ツールの第三の面に備えられる。ガス注入開口部は、ガス注入開口部からガスを注入することによって成形ツールの第三の面に隣接してガスクッション部を作り出すように配列される。これらのガス注入開口部は、成形ツールにある孔、スロ

50

ット、又は溝のアレイを備え得る。別の選択肢として、成形ツールは、真空開口部を提供する微細孔を有する多孔質材料によって形成されていてもよい。ガスポートが、所望に応じてガスマニホールドを介して、ガス注入開口部と流体連結されて備えられる。

【0018】

所望に応じて、真空マニホールドは、真空ポートを真空開口部と結合させており、真空ポートは、真空マニホールドを介して真空開口部と流体連結されている。

【0019】

所望に応じて、ガスマニホールドは、ガスポートをガス注入開口部と結合させており、ガスポートは、ガスマニホールドを介してガス注入開口部と流体連結されている。

【0020】

モーター駆動ポンプなどの真空発生装置が、真空ポートに結合されてよい。真空発生装置は、真空開口部及び真空ポートを通して成形ツールの第一及び第二の面からガスを吸引することによって吸引力を発生させるように配列される。

【0021】

圧縮空気シリンダー又はモーター駆動ポンプなどのガス源が、ガス注入ポートに結合されてよい。ガス源は、ガスポートを通して注入開口部からガスを注入することによってガスクッション部を作り出すように配列される。

【0022】

成形ツールは、少なくとも、装入体を「Z」形状に成形するために用いられてよいが、それはまた、シルクハット形状、オメガ形状、又は階段形状などのより複雑な形状に成形するために用いられてもよい。所望に応じて、成形ツールは、第四及び第五の面；成形ツールの第一の面と第四の面との間に位置する第二の雄型コーナー部；成形ツールの第四の面と第五の面との間に位置する第二の雌型コーナー部；成形ツールの第四の面にある真空開口部の第二のセットであって、真空開口部の第二のセットは、真空開口部を通して成形ツールの第四の面からガスを吸引することによって成形ツールの第四の面に隣接して吸引力を作り出すように配列され、真空ポートが、真空開口部の第二のセットと流体連結されている、真空開口部の第二のセット；成形ツールの第五の面にあるガス注入開口部の第二のセットであって、ガス注入開口部の第二のセットは、ガス注入開口部の第二のセットからガスを注入することによって成形ツールの第五の面に隣接して第二のガスクッション部を作り出すように配列されている、ガス注入開口部の第二のセット；並びにガス注入開口部の第二のセットと流体連結されている第二のガスポート、を有する。これによって、成形ツールによる装入体のシルクハット形状又はオメガ形状への成形が可能となる。

【0023】

真空開口部は、第一及び第二の面のみに存在してもよいが、より好ましくは、雄型コーナー部真空開口部が、成形ツールの雄型コーナー部に、又はその各々に備えられ、雄型コーナー部真空開口部は、雄型コーナー部真空開口部を通して成形ツールの雄型コーナー部からガスを吸引することによって成形ツールの雄型コーナー部に隣接して吸引力を作り出すように配列され、真空ポートは、雄型コーナー部真空開口部と流体連結されている。同様に、雌型コーナー部真空開口部が、成形ツールの雌型コーナー部に、又はその各々に備えられてよく、雌型コーナー部真空開口部は、雌型コーナー部真空開口部を通して成形ツールの雌型コーナー部からガスを吸引することによって成形ツールの雌型コーナー部に隣接して吸引力を作り出すように配列され、真空ポートは、雌型コーナー部真空開口部と流体連結されている。

【0024】

所望に応じて、成形ツールは、1対の周囲溝部を備え、各溝部は、第一の面の対応する周囲エッジに沿い、雄型コーナー部の対応する周囲エッジを曲がり、第二の面の対応する周囲エッジに沿って延び、雌型コーナー部で終端となる。

【0025】

本発明の第三の態様は、請求項26に記載の積層装入体を成形するための装置を提供する。真空系は、成形ツールの第一及び第二の面からガスを吸引することによって成形ツ

10

20

30

40

50

ルの第一及び第二の面に隣接して吸引力を作り出すように配列され；ガス注入系は、成形ツールの第三面に隣接してガスを注入することによって成形ツールの第三の面に隣接してガスクッション部を作り出すように配列される。真空系は、成形ツールの第一及び第二の面にある真空開口部を用いて吸引力を作り出してよく、又はそれは、バギングフィルムを通して空気を吸引することを例とする他の何らかの方法で吸引力を作り出してよい。典型的には、真空系は、モーター駆動ポンプなどの真空発生装置を備える。同様に、ガス注入系は、例えば成形ツールの第三の面にあるガス注入開口部を介して、成形ツールの第三の面からガスを注入することによってガスクッション部を作り出すように配列されてよく、又はそれは、側部から装入体のエッジの下に空気を注入することを例とする他の何らかの方法でガスクッション部を作り出してよい。典型的には、ガス注入系は、圧縮空気シリンドー又はモーター駆動ポンプなどのガス源を備える。

10

**【 0 0 2 6 】**

本発明の第四の態様は、請求項 3 1 に記載の積層装入体を成形する方法を提供する。ガス（典型的には空気）は、一連の段階で成形表面にある開口部を通して吸引され、一連の段階の各段階では、積層装入体の異なる部分が成形表面に対して押し付けられる。成形ツールの全体にわたって同時にではなく、一連の段階で減圧力を発生させることにより、波のような又は少しずつの動きで装入体を成形表面に対して押し付けることが可能となり、これによって、最終製品のより良好な強化及びシワの低減を得ることができる。

**【 0 0 2 7 】**

本発明の第五の態様は、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の積層装入体を成形するための成形ツールを提供する。第一及び第二の制御バルブ又は真空発生装置が個別に運転されることで、それぞれ真空開口部の第一及び第二のセットによって発生される吸引力を独立して制御することができる。

20

**【 0 0 2 8 】**

以下のコメントは、請求項 3 1 の方法に当てはまり、該当する場合は、請求項 4 1 及び 4 2 の成形ツールにも当てはまる。

**【 0 0 2 9 】**

所望に応じて、ガスが、真空開口部の第二のセットを通して交互に吸引され、次に吸引されないとなるように、一連の段階の第二の段階の後、一連の段階の第一及び第二の段階が順に繰り返される。

30

**【 0 0 3 0 】**

一連の段階の第二の段階の過程で、ガスは、真空開口部の第一及び第二のセットの両方を通して吸引されてよく、又は真空開口部の第二のセットを通してのみ吸引されてもよい。

**【 0 0 3 1 】**

所望に応じて、一連の段階の第一の段階の過程では、積層装入体の第二の部分は、成形表面と接触しておらず、一連の段階の第二の段階の過程では、積層装入体の第二の部分は、成形表面と接触する。

**【 0 0 3 2 】**

成形表面は、比較的平坦な形状、又はコーナー部のない連続的に曲がった形状を含むいかなる形状を有していてもよい。より典型的には、成形表面は、一対の面、及び一対の面の間に位置する雄型コーナー部又は雌型コーナー部を備える。一対の面は、実質的に平面であってよく、又はそれらは、勾配若しくは他の非平面フィーチャで形成されていてもよい。所望に応じて、真空開口部の第一のセットは、面のうちの一方に存在し、真空開口部の第二のセットは、面のうちの他方に存在する。別の選択肢として、真空開口部の第一のセットは、面のうちの一方に存在し、真空開口部の第二のセットは、雄型又は雌型コーナー部に存在する。いずれの場合でも、一連の段階で真空を適用することにより、コーナー部にシワが形成するリスクを低減することができ、及び／又はコーナー部での積層装入体の強化を増強することができる。所望に応じて、真空開口部の第三のセットが、面のうちの他方に存在し、一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、積層装入体の第三の部分が

40

50

面のうちの他方に対して押し付けられるように、真空開口部の第三のセットを通して吸引される。ガスは、典型的には、一連の段階の第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の第三のセットを通して吸引されない。

【0033】

成形表面は、単一のコーナー部のみを有していてもよいが、好ましい実施形態では、成形表面は、第一、第二、及び第三の面；第一の面と第二の面との間に位置する雄型コーナー部；並びに第二の面と第三の面との間に位置する雌型コーナー部を備える。所望に応じて、真空開口部の第一のセットは、第一の面及び／又は雄型コーナー部及び／又は第二の面に存在し、真空開口部の第二のセットは、雌型コーナー部及び／又は第三の面に存在する。1つの実施形態では、真空開口部の第二のセットは、雌型コーナー部に存在し、真空開口部の第三のセットは、第三の面に存在し、及び一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、積層装入体の第三の部分が成形表面に対して押し付けられるように、真空開口部の第三のセットを通して吸引される。ガスは、典型的には、一連の段階の第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の第三のセットを通して吸引されない。別の選択肢として、真空開口部の第一のセットは、第一の面に存在し、真空開口部の第二のセットは、第二の面に存在し、真空開口部の第三のセットは、第三の面に存在する。一連の段階の第三の段階の過程で、ガスは、積層装入体の第三の部分が成形表面に対して押し付けられるように、真空開口部の第三のセットを通して吸引される。ガスは、典型的には、一連の段階の第一又は第二の段階の過程では、真空開口部の第三のセットを通して吸引されない。

【0034】

所望に応じて、一連の段階の第一及び／又は第二の段階の過程で、ガスは、成形表面と積層装入体の第三の部分との間にガスクッション部を作り出すために、真空開口部の第三のセットを通して注入される。

【0035】

好ましい実施形態では、一連の段階は、5つの段階を含み、そこでは、第一の面にある真空開口部、雄型コーナー部にある真空開口部、第二の面にある真空開口部、雌型コーナー部にある真空開口部、そして次に第三の面にある真空開口部を通して、この順でガスが吸引される。

【0036】

真空発生装置（又はその各々）は、モーター駆動ポンプなどのポンプ、又は他の適切ないかなる真空源であってもよい。

【0037】

請求項41に記載の成形ツールの場合、第一及び第二の制御バルブが個別に運転されることで、それぞれ真空開口部の第一及び第二のセットによって発生される吸引力を独立して制御することができる。言い換えると、第一及び第二の制御バルブは、互いに独立して運転することができる。所望に応じて、制御バルブは、ボールバルブであるか、又は「オン」設定及び「オフ」設定を有する他のいかなるバルブであってもよい。

【0038】

請求項42に記載の成形ツールの場合、第一及び第二の真空発生装置が個別に運転されることで、それぞれ真空開口部の第一及び第二のセットによって発生される吸引力を独立して制御することができる。言い換えると、第一及び第二の真空発生装置は、互いに独立して運転することができる。例えば、第一及び第二の真空発生装置は、吸引力を独立して制御するために起動及び停止とされてよく、又は第一及び第二の真空発生装置は、各々、吸引力を独立して制御するために起動及び停止とすることができるボールバルブなどの対応する制御バルブを有していてもよい。

【0039】

所望に応じて、第二の真空発生装置は、真空開口部の第二のセットを通して成形表面からガスを吸引する真空発生モードと、成形表面に隣接してガスクッション部を発生させるように、真空開口部の第二のセットを通してガス（典型的には空気）を注入するガス注入モードとの間で切り替えられ得る。

## 【 0 0 4 0 】

以下のコメントは、本発明のすべての態様に当てはまる。

## 【 0 0 4 1 】

成形ツールの面は、実質的に平面であってよく、又はそれらは、勾配若しくは他の非平面フィーチャで形成されていてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

開口部は、成形ツールにある孔、スロット、又は溝のアレイを備え得る。別の選択肢として、成形ツールは、開口部を提供する微細孔を有する多孔質材料によって形成されていてもよい。

## 【 0 0 4 3 】

所望に応じて、成形ツールの上に取り付けることができるバギングフィルムなどの不透過性シートが備えられる。

## 【 0 0 4 4 】

不透過性シートは、バギングフィルム、膜、又は不透過性及び可撓性である他のいずれのシート材であってもよい。不透過性シートは、成形ツールの上で張力を掛けられた状態とされてよい。不透過性シートは、典型的には、成形ツールの上部エッジから離れる方向に張力を掛けられてよい。不透過性シートに掛けられる張力は、典型的には、軸張力であってよい。張力は、手作業で掛けられてよい。張力は、機械によって掛けられてよい。不透過性シートに機械によって張力を掛けることができる1つの方法は、カム機構を介するものである。不透過性シートは、張力を掛けられると伸長し得る。張力は、成形操作の過程で、典型的には、成形ツールの雄型コーナー部周辺での装入体の成形が終わった時点で、開放されてよい。張力は、ツールの回りにシートが形を成すに従ってカム機構を回転させることによって開放されてよい。不透過性シートは、クランプ固定されてよい。不透過性シートは、典型的には、成形ツールに対してクランプ固定されてよい。成形ツールは、装入体よりも大きくてよい。不透過性シートは、手作業でクランプ固定されてよい。不透過性シートは、クランプ機構を介して、機械によってクランプ固定されてよい。不透過性シートは、開放可能にクランプ固定されてよい。クランプ開放機構は、自動化されてよい。不透過性シートを機械によってクランプ固定する1つの方法は、カム機構を介するものであり、この場合、カムが、不透過性シートをクランプ固定する。別の選択肢として、不透過性シートは、開放可能ブロックによってクランプ固定されてもよい。クランプ機構は、格納式であってよい。不透過性シートは、同時に、クランプ固定され、張力を掛けられてよい。クランプ固定力は、典型的には、張力に対して異なる方向に掛けられる。クランプ固定力は、第三の成形ツール表面に対して垂直である方向に掛けられてよい。不透過性シートは、成形ツールの反対側の表面上にクランプ固定されてよい。

## 【 0 0 4 5 】

積層装入体は、2つ以上の層の、典型的には、10以上の層の積層体を備える。

## 【 0 0 4 6 】

積層装入体は、非繊維層の積層体を備えていてよいが、典型的には、それは、繊維層の積層体を備える。繊維層の繊維は、炭素繊維、又は他の適切ないかなる材料から作られた繊維であってもよい。繊維層が好ましいのは、繊維層が、比較的高い多孔度を有することができ、このことは、装入体を通してのガスの流れを可能とするのに有益であるからである。

## 【 0 0 4 7 】

繊維層は、プリプレグ層であってよく、各プリプレグ層は、マトリックス材で含浸された繊維の層を備える。しかし、より好ましくは、積層装入体は、所望に応じてバインダーを含有するドライ繊維層の積層体を備える。そのようなドライ繊維層は、プリプレグ層よりも高い多孔度を有し、このことは、装入体を通してのガスの流れを可能とするのに有益である。所望に応じて、ドライ繊維層の積層体は、レジンフィルムインフュージョン法のための前駆体として、ドライ繊維層が挿入された樹脂フィルム層を含む。

## 【 0 0 4 8 】

所望に応じて、方法は、不透過性シートが積層装入体の第三の部分に成形ツールに対して押し付けた後、積層装入体のドライ繊維層に液体マトリックス材を注入することをさらに含む。これは、レジントランスファーマーモルディング法、レジンフィルムインフュージョン法、又は他の適切ないかなる方法によって実現されてもよい。

【0049】

ドライ繊維層は、成形ツール上で注入されてよいが、より典型的には、それらは、インフュージョンツール上で注入される。インフュージョンツールは、成形ツールと同じ雄型プロファイルを有してよいが、より典型的には、方法は、不透過性シートが積層装入体の第三の部分に成形ツールに対して押し付けた後、成形ツールから積層装入体を取り出すこと；インフュージョンツール上に、インフュージョンツールの雌型コーナー部が積層装入体の第一の部分と積層装入体の第二の部分との間に位置し、インフュージョンツールの雄型コーナー部が積層装入体の第二の部分と積層装入体の第三の部分との間に位置するように積層装入体を配置すること；並びにインフュージョンツール上の積層装入体のドライ繊維層に液体マトリックス材を注入すること、をさらに含む。

【0050】

インフュージョンツールは、成形ツールに対して反転した相補的形狀を備えてよい。所望に応じて、インフュージョンツールは、第一、第二、及び第三の面、インフュージョンツールの第一の面と第二の面との間に位置する雌型コーナー部、並びにインフュージョンツールの第二の面と第三の面との間に位置する雄型コーナー部を有する。

【0051】

ここで、本発明の実施形態を、添付の図面を参照して記載する。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】図1は成形ツールの側面図である。

【図2】図2は成形ツールの成形部分の透視図である。

【図3】図3は成形部分の前面図である。

【図4】図4は成形部分の上面図である。

【図5】図5はベース部の透視図である。

【図6】図6はベース部の内部構造の透視図である。

【図7】図7はベース部の側面図である。

【図8】図8はベース部の上面図である。

【図9】図9は空気及び真空の供給部と結合された成形ツールの模式図である。

【図10】図10は積層装入体を成形する方法における第一の工程を示す側面図である。

【図11】図11は装入体を示す拡大断面図である。

【図12】図12はレイアップテーブルを取り除く方法工程の側面図である。

【図13】図13は格納式レイアップテーブルが取り除かれた後の成形ツール及び装入体の側面図である。

【図14】図14はバギングフィルムを適用する方法工程の側面図である。

【図15】図15は成形工程を示す側面図である。

【図16】図16は成形工程の過程におけるベース部内部構造内での空気の流れを示す透視図である。

【図17】図17は成形工程終了時における成形ツール及び装入体の側面図である。

【図18】図18は成形ツールに対してシールされたバギングフィルムを示す拡大断面図である。

【図19】図19は3つの真空ポンプと結合された成形ツールの模式図である。

【図20】図20は成形された装入体の脱気（debulking）の過程における成形ツール及び装入体の側面図である。

【図21】図21は雌型インフュージョンツール上で注入されている装入体の断面図である。

【図22】図22は別の選択肢としての成形ツールの側面図である。

【図 2 3】図 2 3 は図 2 2 の成形ツールの分解透視図である。

【図 2 4】図 2 4 は図 2 2 の成形ツールの透視図である。

【図 2 5】図 2 5 は 2 つのポンプのバルブ及びポートへの接続方法を示す模式図である。

【図 2 6】図 2 6 は別の選択肢としての接続配列を示す模式図である。

【図 2 7】図 2 7 はボールバルブを示す成形ツールの透視図である。

【図 2 8】図 2 8 は成形の一連の段階の段階 5 及び 1 6 の過程におけるポートから入る及び出る空気の流れを示す成形ツールの透視図である。

【図 2 9】図 2 9 は成形の一連の段階の段階 5 及び 1 6 の過程における吸引力及び空気クッション部を示す成形ツールの断面側面図である。

【図 3 0】図 3 0 は成形の一連の段階の段階 1 0 及び 1 9 の過程におけるポートから出る空気の流れを示す成形ツールの透視図である。

【図 3 1】図 3 1 は成形の一連の段階の段階 1 0 及び 1 9 の過程における吸引力を示す成形ツールの断面側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

積層装入体を成形するための成形ツール 1 0 が、図 1 に示される。成形ツールは、図 5 ~ 7 に示されるベース部 3 0 上に取り付けられた図 2 ~ 4 に示される成形部分 2 0 を備える。

【0054】

成形部分 2 0 は、「オメガ形状」を形成する 5 つの部分 1 ~ 5 を有する。5 つの部分 1 ~ 5 は、曲げコーナー部分 6 ~ 9 によって接続されている。各部分 1 ~ 5 は、おおよそ平面である対応する外側面 1 a ~ 5 a を有し、各コーナー部分 6 ~ 9 は、雄型コーナー部又は雌型コーナー部のいずれかを形成する曲げ外側面 6 a ~ 9 a を有する。したがって、第一の雄型コーナー部 6 a は、成形部分の第一及び第二の面 1 a、2 a の間に位置し、第一の雌型コーナー部 7 a は、成形部分の第二及び第三の面 2 a、3 a の間に位置する。成形部分 2 0 の他方の半分は、図 1 の鏡面 X で示されるように、対称になっており、第二の雄型コーナー部 8 a は、成形部分の第一及び第四の面 1 a、4 a の間に位置し、第二の雌型コーナー部 9 a は、成形部分 1 0 の第四及び第五の面 4 a、5 a の間に位置する。

【0055】

図 2 に示されるように、成形部分 2 0 は、穿孔されて、成形部分 1 0 の第一、第二、及び第四の面 1 a、2 a、4 a に真空孔 2 1 のアレイを、並びに成形部分 1 0 の第三及び第五の面 3 a、5 a にガス注入孔 2 2 の同様のアレイを形成している。成形部分の雄型コーナー部にも、雄型コーナー部真空孔 2 1 a が、成形部分の雌型コーナー部の雌型コーナー部真空孔 2 1 b と共に備えられている。真空孔 2 1、2 1 a、2 1 b は、以下でさらに詳細に記載するように、成形ツールの面 1 a、2 a、4 a に隣接して吸引力を作り出すように配列されている。同様に、ガス注入孔 2 2 は、さらに詳細に記載するように、成形ツールの面 3 a、5 a に隣接してガスクッション部を作り出すように配列されている。

【0056】

1 対の周囲溝部 2 3、2 4 は、面 1 a、2 a、4 a の対応する周囲エッジ、並びに第一及び第二の雄型コーナー部 6 a、8 a の対応する周囲エッジに沿って延びている。溝部 2 3、2 4 は、真空孔 2 5、2 6 を有し、雌型コーナー部 7 a、9 a で終端となる。

【0057】

ベース部 3 0 は、図 6 に示される支持網目構造、及び図 5 に示されるマウント構造 3 1 を備える。支持網目構造は、5 個の水平プレート 3 2、コーナー部 6 a ~ 9 a に対して平行に延びる 1 0 個の軸方向リブ 3 3、3 3'、並びにコーナー部 6 a ~ 9 a に対して横切る方向に延びる 7 個の横方向リブ 3 4 を備える。プレート 3 2 及び横方向リブ 3 4 は、それぞれ、孔 3 2 a 及び 3 4 a で穿孔されている。軸方向リブ 3 3 のうちの 8 個は、同様に孔 3 3 a で穿孔されているが、軸方向リブのうちの 2 個は (3 3' と表示)、穿孔されておらず、すなわち、それらは、そのような孔を有せずに連続的である。これらの連続リブ 3 3' は、以下で、分割リブ 3 3' と称される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

図 7 は、2つの分割リブ 3 3 ' が示されるベース部 3 0 の側面図である。分割リブ 3 3 ' 及びマウント構造 3 1 は、ベース部 3 0 を、図 7 において中央真空室 3 5、及び 1 対の陽圧室 3 6 で示される 3 つの室に分けている。穿孔されたリブ 3 2 ~ 3 4 は、室 3 5、3 6 内でリブを横切ってガスが流れることを可能とし、分割リブ 3 3 ' は、室 3 5、3 6 間をガスが流れることを防いでいる。

## 【 0 0 5 9 】

成形部分 2 0 がベース部 3 0 に取り付けられる前は、図 7 及び 8 に示される真空テープ 3 7 が、分割リブ 3 3 ' の上部エッジに沿って取り付けられている。同様に、真空テープ 3 8 の枠が、マウント構造 3 1 の上部エッジに沿って取り付けられている。真空テープ 3 7、3 8 は、成形部分 2 0 との接合部分をシールする。

## 【 0 0 6 0 】

図 5 に示される真空ポート 4 0 は、マウント構造 3 1 を通って、図 6 に示される真空チャンバーの中央チャンネル 4 1 に入っている。真空ポート 4 0 は、真空チャンバー 3 5 を介して、真空孔 2 1、2 1 a、2 1 b、2 5、2 6 と流体連結されている。中央チャンネル 4 1 は、真空ポート 4 0 を真空孔と結合させる真空マニホールドとして作用し、すなわち、真空ポート 4 0 は、真空マニホールド 4 1 を介して真空孔と流体連結されている。

## 【 0 0 6 1 】

やはり図 5 に示されるガスポート 4 2 は、マウント構造 3 1 を通って、図 6 に示される陽圧チャンバーの中央チャンネル 4 3 に入っている。ガスポート 4 2 は、陽圧チャンバー 3 6 を介して、ガス注入孔 2 2 と流体連結されている。各中央チャンネル 4 3 は、対応するガスポートをガス注入開口部と結合させるガスマニホールドとして作用し、すなわち、ガスポート 4 2 は、ガスマニホールド 4 3 を介してガス注入開口部と流体連結されている。

## 【 0 0 6 2 】

成形ツールを運転するために、図 9 に示される真空ポンプが、真空ポート 4 0 に結合される。真空ポンプは、真空孔及び真空ポート 4 0 を通して成形ツールの面 1 a、2 a、4 a からガスを吸引することによって、吸引力を発生させる。適切な真空ポンプは、S c h m a l z から入手可能である品番 S G B L - F U 3 3 5 - 2 5 0 - E R である。これは、吸引容量を連続的に調節可能である周波数制御真空ブロワである。

## 【 0 0 6 3 】

同様に、図 9 に示される圧縮空気供給部が、ガスポート 4 2 に結合される。各ガス源は、以下でさらに詳細に記載するように、ガスポート 4 2 を通ってガス注入開口部から圧縮空気を注入することによって、対応するガスクッション部を作り出す。圧縮空気供給部は、例えば、圧縮ガスポンベ又は圧縮ガスポンプであってよい。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、既に記載した装置を用いて積層装入体を成形する方法における第一の工程を示す。積層装入体 5 0 は、成形ツールの（上側）第一の表面 1 a 及び 1 対の格納式レイアップテーブル 5 8 によって提供される水平レイアップ表面上にレイアップされる。積層装入体は、水平レイアップ表面上に 1 枚ずつレイアップされる図 1 1 に示されるドライ繊維層 5 6 の積層体を備える。層 5 6 の数は、典型的には、約 1 5 層（3 mm の装入体）から約 1 2 0 層（4 0 mm の装入体）までの範囲内である。各層は、炭素繊維若しくは他の繊維の編布又は織布を備え、典型的にはトリコット縫いで縫われたものであるが、鎖縫いなどの他の縫い方も可能である。各層は、典型的には粉末又はペールの形態であるバインダー材及び / 又は強靱化材を含有するが、それは、樹脂による予備含浸が成されていないために比較的開放された多孔質構造を有するという意味で「ドライ」である。所望に応じて、積層体は、積層体の最上部及び / 又は最下部に、剥離層、又はブリーザー層などの他のいかなる多孔質膜を含んでもよい。

## 【 0 0 6 5 】

次に、格納式レイアップテーブル 5 8 が、図 1 0 に矢印で示した経路に従って下げられ、それによって、図 1 2 に示されるように、装入体 5 0 は、それ自体の重さによって、雄

10

20

30

40

50



型コーナー部 6 a、8 a の上に垂れ下がる。図 1 3 は、格納式レイアップテーブル 5 8 が取り除かれた後の装入体 5 0 を示し、装入体 5 0 のエッジが、成形ツールの外側面 3 a、5 a と接触している。次に、図 1 4 に示されるように、バギングフィルム 6 0 が成形ツールの上に取り付けられる。バギングフィルム 6 0 のエッジはシールされていないことに留意されたい。

#### 【0066】

図 1 5 に示される成形工程では、真空ポンプが起動されて、成形ツールとバギングフィルム 6 0 との間に吸引力が発生される。下向きで面 1 a から離れる方向に、バギングフィルム 6 0 に対して張力が掛けられ、それによって、バギングフィルムは、面 1 a の層 5 1 上で張力を掛けられた状態となる。次に、バギングフィルムは、フランジ 5 3 及び 5 5 がクランプとツールとの間にクランプ固定されないことを確実にしながら、外側面 3 a 及び 5 a のエッジの周囲でクランプ固定される。バギングフィルムは、図 1 5 に示されるように、外側面 3 a 及び 5 a のエッジの長さ方向に沿った 1 又は複数の位置で、手作業で、又はクランプ機構 6 2 を介してクランプ固定されてよい。ツールとバギングフィルム 6 0 との間の吸引力により、バギングフィルム 6 0 は、成形ツールの雄型コーナー部に沿って、それに対して積層装入体を押し付ける。クランプ機構 6 2 は、雄型コーナー部領域で作用する張力を増加させ、このことは、成形プロセスの過程で、表面 1 a に隣接する層 5 1 の間に存在する空気を、装入体の他の表面に隣接する層の間に存在する空気が押出されるよりも優先して押出することを可能とし、これによって、その部分の容積減少が実現され、雄型コーナー部でのシワ発生も防止される。吸引力によって、バギングフィルムが、面 2 a 及び 4 a に対して積層装入体の部分 5 2 及び 5 4 を押し付けるに従って、クランプ機構は回転されてバギングフィルムを開放し、それによって、バギングフィルムは、成形ツールの雌型コーナー部に沿って、その中に積層装入体を押し付けることが可能となる。この減圧力は、図 1 5 に内側に向いた矢印 7 0 で示され、それは、真空孔を介しての真空室 3 5 への空気の負の流れも示している。バギングフィルムをクランプ固定する工程は、例えば容積がより小さいより薄い層の積層体の場合など、所望される場合は省略されてもよい。

#### 【0067】

装入体 5 0 は、それぞれ 5 1 から 5 5 の番号が付与された第一、第二、第三、第四、及び第五の部分をもつ。成形ツールの雄型コーナー部 6 a、8 a は、それぞれ、装入体の第一及び第二の部分 5 1、5 2 の間、並びに装入体の第一及び第四の部分 5 1、5 4 の間に位置する。成形ツールの雌型コーナー部 7 a、9 a は、それぞれ、装入体の第二及び第三の部分 5 2、5 3 の間、並びに装入体の第四及び第五の部分 5 4、5 5 の間に位置する。装入体の第三及び第五の部分 5 3、5 5 は、以下ではフランジ 5 3、5 5 と称する。

#### 【0068】

成形工程の過程において、圧縮空気 7 1 が成形ツールと装入体のフランジ 5 3、5 5 との間に注入されて、成形ツールとフランジ 5 3、5 5 との間にガスクッション部を作り出すように、圧縮空気供給部も起動される。各ガスクッション部 7 2 は、装入体が成形ツールの雌型コーナー部 7 a、9 a の中に押し付けられる際に、その対応するフランジ 5 3、5 5 が成形ツールに固定されてしまうことを防止する。ガスクッション部 7 2 は、フランジ 5 3、5 5 と成形ツールとの間の摩擦が比較的小さくなるように、フランジ 5 3、5 5 を効果的に持ち上げる。フランジ 5 3、5 5 は、成形ツールとの接触がなくなるようにガスクッション部によって完全に持ち上げられてもよいが、より典型的には、フランジは、はためくような又は波打つような動きをして、成形ツールと間欠的に接触する。

#### 【0069】

ドライ繊維装入体 5 0 が比較的高多孔質であることは、図 1 5 の矢印 7 3 によって示されるように、各ガスクッション部 7 2 からの空気の一部が、装入体のフランジ 5 3、5 5 を通り抜けて、その後バギングフィルムの下から排出されることを意味する。圧縮空気がこの経路を介して容易に排出可能となるように、バギングフィルム 6 0 が成形ツールに対してシールされていないことには留意されたい。圧縮空気の一部はまた、フランジ 5 3、5 5 のエッジを通してその下を流れ、バギングフィルムの下から流れ出ることによっても

、ガスクッション部 7 2 から排出される。圧縮空気の一部はまた、直接、ガス注入孔から真空孔を介して真空室 3 5 の中にも流れる。このことは、真空ポンプの効率を僅かに妨げることになるが、そのような効率の低下は、許容可能であることが見出された。

【 0 0 7 0 】

図 1 6 は、上記で記載した成形工程の過程における、リブの網目構造から入る及び出る空気の流れを示す。所望に応じて、リブを通る流れは、例えば、より均一な流れの分布を実現するために、又は流速を下げるために、リブの選択された孔の上に透過性拡散布を取り付けることによって制御されてもよい。

【 0 0 7 1 】

真空孔 2 5、2 6 は、バギングフィルムを周囲溝部 2 3、2 4 の中へ引き込む。このことは、バギングフィルム 6 0 が成形ツールの上部に対して確実に保持される補助となり、バギングフィルムと成形ツールとの間のこの特定の接合部分をシールする。

【 0 0 7 2 】

図 1 7 は、成形工程終了時における装入体を示す。ガスクッション部 7 2 によって引き起こされる低摩擦により、フランジ 5 3、5 5 が、成形ツールの雌型コーナー部の中に、シワを発生することなく容易にスライド又は浮遊することが可能となった。成形工程の過程において、ドライ繊維層間でも、ある程度の相対的なスライドする動きが存在し、このことは、積層体を緩めて層間のせん断力を低下させる補助となるガスクッション部の作用によって促進され得る。

【 0 0 7 3 】

成形工程の終了時、圧縮空気供給部は、接続が外されるか、又は停止されて、成形ツールと装入体との間への圧縮空気の注入が止められるが、真空ポンプは起動されたままである。クランプ機構 6 2 も格納される。次に、図 1 8 に示されるように、バギングフィルムのエッジが、真空テープ 8 0 によって成形ツールに対してシールされる。次に、図 1 9 に示されるように、追加の真空ポンプがガスポート 4 2 に結合され、ガスポート 4 2 が真空ポートとなるように、ガスポート 4 2 を通しての空気の流れを反転させる。これは、成形ツールとバギングフィルムシートとの間に吸引力を発生させ、それによって、バギングフィルムは、成形ツールに対して積層装入体のフランジ 5 3、5 5 を押し付ける。ガス注入孔を介しての陽圧室 3 6 への吸引力は、図 2 0 の矢印 8 5 によって示される。

【 0 0 7 4 】

別の選択肢としてのプロセスでは、追加の真空ポンプをガスポート 4 2 に接続するのではなく、これらのポートは、機能停止状態に維持されてよく、フランジを引いて成形ツールに接触させる減圧力は、その代わりに、真空ポート 4 0 に結合された真空ポンプによって発生され、空気は、真空孔を介して真空室中へと流れる。

【 0 0 7 5 】

吸引が、装入体 5 0 の細孔から空気を排出させ、次工程ですぐに使えるようにその容積が低減される。装入体が完全に成形されると、それは、真空ポンプが起動された状態で成形ツール上で加熱され、ドライ繊維層中のバインダーが活性化される。次に、成形された装入体は、雄型成形ツールから取り出され、上下が逆にされ、図 2 1 に示される雌型インフュージョンツール 9 0 に取り付けられる。インフュージョンツール 9 0 は、成形ツールに対して反転した相補的形状を有し、成形ツールの面 1 ~ 5 に対応する面 9 1 ~ 9 5 ; 成形ツールの雄型コーナー部 6、8 に対応する雌型コーナー部 9 6、9 8 ; 及び成形ツールの雌型コーナー部 7、9 に対応する雄型コーナー部 9 7、9 9 を有する。

【 0 0 7 6 】

剥離層 1 0 0 が、装入体 5 0 の上に乗せられ、続いてインフュージョンメッシュ 1 0 1、及びシーラントテープ 1 0 3 によってインフュージョンツールにシールされるバギングフィルム 1 0 2 が乗せられる。別の選択肢として、インフュージョンツールは、一体型真空システムによってシールされてもよい。真空は、バギングフィルムにある真空バルブ 1 0 4 を介して適用される。液体樹脂源 1 0 5 が、バギングフィルムにあるインフュージョンポート 1 0 6 に結合される。積層装入体のドライ繊維層は、インフュージョンメッシュ

101を通して装入体中に流れる樹脂源105からの液体樹脂で注入される。装入体は、雄型インフュージョンツール上で注入されてもよいが、図21に示されるように、雌型ツールが好ましいことが見出された。この好ましい配列では、インフュージョンツールの雌型コーナー部96は、積層装入体の第一の部分1と積層装入体の第二の部分との間に位置し、インフュージョンツールの雄型コーナー部97は、積層装入体の第二の部分2と積層装入体の第三の（フランジ）部分3との間に位置する。

【0077】

注入された装入体は、次に、硬化され、その特定の用途にすぐに使用できる状態となる。

【0078】

別の選択肢としての成形ツールについて、ここで図22から31を参照して記載する。

【0079】

図1に示される成形ツール10と同様に、成形ツール200は、5つの部分201～205、及び5つの部分201～205の各々の間に位置する4つの曲げコーナー部分206～209を有する。第一の雄型コーナー部分206は、第一の部分201と第二の部分202との間に位置し、第一の雌型コーナー部分207は、第二の部分202と第三の部分203との間に位置する。図1のツールと同様に、成形ツール200は、第一の部分201と第四の部分204との間に位置する第二の雄型コーナー部分208、及び第四の部分204と第五の部分205との間に位置する第二の雌型コーナー部分209を有して、「オメガ」形状を形成している。

【0080】

ここで図23を参照すると、成形ツール200は、ベース部210、第一の側壁部212、第二の側壁部214、及び上側セクション部216から組み立てられる。ベース部210は、側壁部212、214のピン（図示せず）を受けて側壁部212、214をベース部に固定するための孔210a及び210bを有する。側壁部212、214も、上側セクション部216のピン（図示せず）を受ける孔212a、214aを有する。

【0081】

部分201～209の各々は、対応する外側表面201a～209aを有し、外側表面201a～209aは、一緒になって、成形ツールの成形表面を提供する。表面201a～205aは、平面であり、表面206a～209aは、曲げ雄型及び雌型コーナー部である。図1の面2a、4aは並行であるが、図22の面202a、204aは、成形ツール200の上部に向かって内向きのテーパ形状となっていることには留意されたい。

【0082】

図24に示されるように、成形操作中に積層装入体（図示せず）を正しい位置に維持するために、1対のアルミニウム又はスチールガイドレール218a、bが、第一の（上側）面201aの両側に取り付けられている。

【0083】

図1に示される成形ツール10の場合と同様に、9セットの孔221～229が、成形ツール200の9つの外側表面201a～209aに備えられている。これらの孔について、図24を参照してより詳細に記載する。

【0084】

図1に示される成形ツール10が、マニホールド機構を有しているのに対し、図22に示される9つの部分201～209の各々は、その部分のみにおいて孔221～229と流体連結するように配列された対応する室231～239を有し、室231～239の間は流体連結されていない。室231～235、237、239は、対応するプレート231a～235a、237a、239aによって閉じられており、雄型コーナー部分206、208にある室236、238は、側壁部212、214の上側面によって閉じられている。

【0085】

図24を参照すると、成形ツール200の各表面201a～209aは、対応する孔の

10

20

30

40

50

セット 2 2 1 ~ 2 2 9 を有する。各孔のセット 2 2 1 ~ 2 2 9 は、対応する室 2 3 1 ~ 2 3 9 と流体連結されており、各室 2 3 1 ~ 2 3 9 は、対応するポート 2 4 1 ~ 2 4 9 と流体連結されている。

【 0 0 8 6 】

図 2 5 を参照すると、ポート 2 4 1、2 4 2、2 4 4、2 4 6 ~ 2 4 9 は、図 2 7 にも示される対応するボールバルブ 2 5 1、2 5 2、2 5 4、2 5 6 ~ 2 5 9 を介して、第一のポンプ 2 6 0 と並列に接続されている。ポート 2 4 3 及び 2 4 5 は、図 2 7 にも示される対応するボールバルブ 2 5 3、2 5 5 を介して、第二のポンプ 2 6 2 と並列に接続されている。

【 0 0 8 7 】

第一のポンプ 2 6 0 は、スイッチ（図示せず）を介して起動及び停止することができる。ボールバルブが開の状態では起動された場合、ポンプ 2 6 0 は、第一、第二、及び第四の面 2 0 1 a、2 0 2 a、2 0 4 a、及びコーナー部 2 0 6 a ~ 2 0 9 a で吸引力を提供する。この減圧力は、ポート 2 4 1、2 4 2、2 4 4、2 4 6 ~ 2 4 9、室 2 3 1、2 3 2、2 3 4、2 3 6 ~ 2 3 9、及び真空孔 2 2 1、2 2 2、2 2 4、2 2 6 ~ 2 2 9 を介して積層装入体に適用される。

【 0 0 8 8 】

第二のポンプ 2 6 2 は、オン / オフスイッチ（図示せず）を介して起動及び停止することができ、さらに、第二のスイッチ（図示せず）によって真空発生モードと空気注入モードとの間で切り替えることもできる。ボールバルブが開の状態では真空発生モードである場合、第二のポンプ 2 6 2 は、ポート 2 4 3、2 4 5、室 2 3 3、2 3 5、及び孔 2 2 3、2 2 5 を介して第三及び第五の面 2 0 3 a、2 0 5 a から空気を吸引し、それによって、積層装入体のフランジに吸引力を適用する。ボールバルブが開の状態では空気注入モードである場合、第二のポンプ 2 6 2 は、同じ経路を介して圧縮空気を注入し、第三及び第五の面 2 0 3 a、2 0 5 a に隣接して空気クッション部を発生させる。

【 0 0 8 9 】

様々な孔のセット 2 2 1 ~ 2 2 9 を通る空気の流れは、以下でさらに詳細に記載するように、スイッチ及びボールバルブ 2 5 1 ~ 2 5 9 の操作によって独立して制御することができる。

【 0 0 9 0 】

別の選択肢としての配列が図 2 6 に示され、この場合、ポート 2 4 7、2 4 9 が、第一のポンプ 2 6 0 ではなく、第二のポンプ 2 6 2 に接続されている。

【 0 0 9 1 】

他の実施形態では、成形ツール 2 0 0 及び装置が、列ごとに、又は孔ごとに吸引力を独立して制御するように配列された追加のポンプ、追加の真空室、追加のボールバルブ、及び / 又は追加のポートを含んでよいことは理解される。

【 0 0 9 2 】

成形ツール 2 0 0 を用いて積層装入体 5 0 を成形する方法について、ここで図 2 8 ~ 3 1 を参照して記載する。積層装入体 5 0 は、図 1 0 ~ 2 1 を参照して上記で記載した積層装入体 5 0 と同じであり、したがって再度記載することはしない。

【 0 0 9 3 】

図 1 0 に記載の方法と同様に、第一の工程では、積層装入体 5 0 は、成形ツール 2 0 0 の第一の面 2 0 1 a によって提供される水平レイアップ表面上、ガイドレール 2 1 8 a、b の間にレイアップされる。積層装入体 5 0 は、次に、成形ツール 2 0 0 上に垂れ下げられ、図 2 9 に示されるように、バギングフィルム 6 0 が適用される。

【 0 0 9 4 】

以下の表 1 に示される一連の連続成形工程により、積層装入体の右側がまず成形される。表 1 において、0 の印は、ボールバルブが閉であることを示し、- の印は、空気が吸引されて減圧力が適用されていることを示し、+ の印は、空気が注入されて空気クッション部が発生されていることを示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

【 表 1 】

表 1

	表面 2 0 3 a	表面 2 0 7 a	表面 2 0 2 a	表面 2 0 6 a	表面 2 0 1 a
段階 1	0	0	0	0	—
段階 2	+	0	0	0	—
段階 3	+	0	0	—	—
段階 4	+	0	—	—	—
段階 5	+	—	—	—	—
段階 6	+	0	—	—	—
段階 7	+	—	—	—	—
段階 8	+	0	—	—	—
段階 9	+	—	—	—	—
段階 1 0	—	—	—	—	—

10

【 0 0 9 6 】

まず、段階 1 の前は、すべてのボールバルブが閉である。段階 1 では、第一のポンプ 2 6 0 が起動され、ボールバルブ 2 5 1 が開とされ、それによって、図 2 8 に示される空気 2 7 1 が、第一の（上側）面 2 0 1 a にある孔のセット 2 2 1 を通して吸引され、図 2 9 に示されるように、孔 2 2 1 とバギングフィルム 6 0 との間に第一の吸引力 2 7 1 a が発生される。吸引力 2 7 1 a によって、バギングフィルム 6 0 は、成形表面の第一の面 2 0 1 a に対して積層装入体の第一の部分 5 1 を押し付ける。段階 1 の過程では、他の孔 2 2 2 ~ 2 2 9 のいずれとバギングフィルム 6 0 との間にも吸引力が発生されないように、残りのボールバルブ 2 5 2 ~ 2 5 9 は、閉のままとされる。

20

【 0 0 9 7 】

段階 2 では、第二のポンプ 2 6 2 を起動して空気注入モードとすると共にボールバルブ 2 5 3 を開とし、それによって、圧縮空気 2 7 3 がポート 2 4 3 に注入されて、図 2 9 に示されるように、成形ツール 2 0 0 の第三の表面 2 0 3 a とフランジ 5 3 との間に空気クッション部 2 7 3 a が作り出される。

30

【 0 0 9 8 】

段階 3、4、及び 5 では、ボールバルブ 2 5 6、2 5 2、及び 2 5 7 が順々に開とされ、それによって、図 2 8 に示されるように、空気 2 7 2、2 7 6、2 7 7 が、真空ポート 2 4 6、2 4 2、及び 2 4 7 を通して吸引される。これによって、孔のセット 2 2 1 を介して適用され続けている減圧力 2 7 1 a と共に、図 2 9 に示されるさらなる吸引力 2 7 6 a、2 7 2 a、2 7 7 a が、孔のセット 2 2 6、2 2 2、2 2 7 を介して発生される。段階 1、3、及び 4 で導入された吸引力 2 7 1 a、2 7 6 a、2 7 2 a により、フランジ 5 3 が空気クッション部上に浮遊したままの状態、バギングフィルム 6 0 は、積層装入体 5 0 の部分 5 1、5 2 を、成形ツールの上側部分に対して、続いて徐々に雄型コーナー部に沿って押し付ける。段階 5 で吸引力 2 7 7 a を導入することにより、装入体は、雌型コーナー部の中に吸引される。

40

【 0 0 9 9 】

一連の段階の段階 1 及び 2 の過程では、積層装入体の第二の部分 5 2 は、成形表面の第二の面 2 0 2 a と接触しておらず、段階 4 の過程では、吸引力 2 7 2 a によって、積層装入体の第二の部分 5 2 は、第二の面 2 0 2 a と接触する。

【 0 1 0 0 】

段階 6 では、ボールバルブ 2 5 7 は、雌型コーナー部での吸引力 2 7 7 a が取り除かれるように閉とされ、次に段階 7 では、ボールバルブ 2 5 7 は、再度開とされ、吸引力 2 7 7 a が再度適用される。次に、段階 6 及び 7 が、それぞれ段階 8 及び 9 で繰り返される。

50

吸引力 277a をこのように交互に起動及び停止することにより、雌型コーナー部の中へ装入体を徐々に吸引することが促進される。

【0101】

そして、段階 10 では、第二のポンプ 262 が、真空発生モードに切り替えられてポート 243 を通して空気 273 を吸引し、図 31 に示される吸引力 273b が発生され、それによって、バギングフィルム 60 は、成形ツール 200 に対してフランジ 53 を押し付ける。

【0102】

次に、以下の表 2 に示されるように、同じプロセスが繰り返されて、積層装入体の左側が成形される。

10

【0103】

【表 2】

表 2

	面 201a	面 208a	面 204a	面 209a	面 205a
段階 11	—	0	0	0	+
段階 12	—	—	0	0	+
段階 13	—	—	—	0	+
段階 14	—	—	—	—	+
段階 15	—	—	—	0	+
段階 16	—	—	—	—	+
段階 17	—	—	—	0	+
段階 18	—	—	—	—	+
段階 19	—	—	—	—	—

20

【0104】

この例では、積層装入体の左側と右側が、順に成形される。別の選択肢として、表 1 及び 2 のプロセスは、同時に進められてもよく、それによって、積層装入体の左側と右側は、同時に成形される。

30

【0105】

成形プロセスが完了した後、積層装入体は、次に、図 21 を参照して上記で記載したように、同様に硬化される。

【0106】

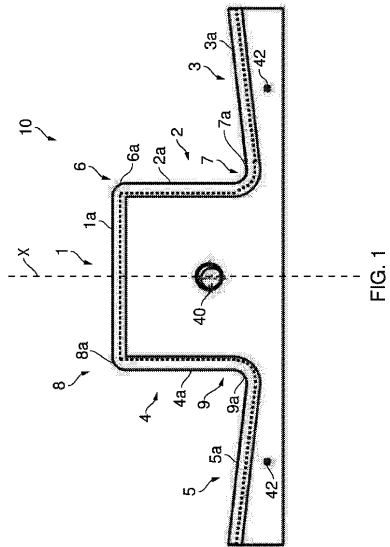
上記で記載したツールのいずれかによって成形された装入体の 1 つの好ましい用途は、航空機翼のトーションボックス（ウイングボックスとして知られる）の構成部品としてである。そのようなウイングボックスでは、装入体の第二及び第四の部分は、ウイングボックスの前方及び後方翼桁（spars）を提供し、第一の部分は、翼下面外板を提供し、フランジは、翼上面外板に対する取り付け点として作用する。装入体の他の用途としては、自動車（自動車フロアパネル）、大量輸送交通機関、風力タービン、艇体、船舶用タービン、又はエンジン部品（ジェットエンジン）が挙げられる。

40

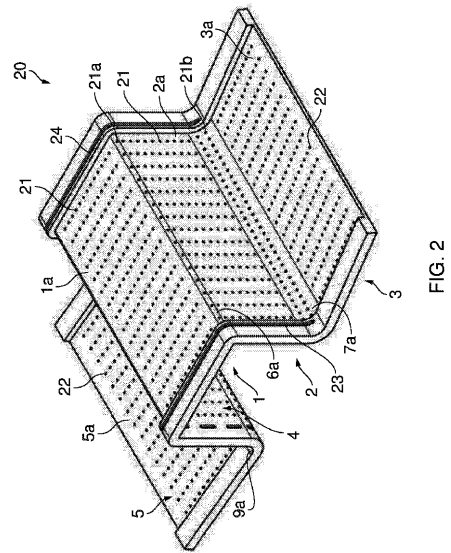
【0107】

本発明について、1 又は複数の好ましい実施形態を参照して上記で記載してきたが、添付の請求項で定められる本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更又は改変が成されてもよいことは理解される。

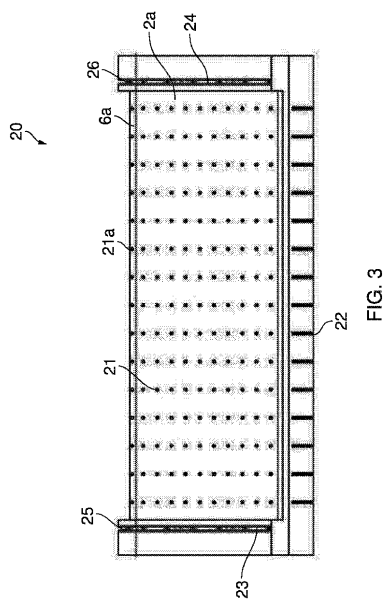
【図 1】



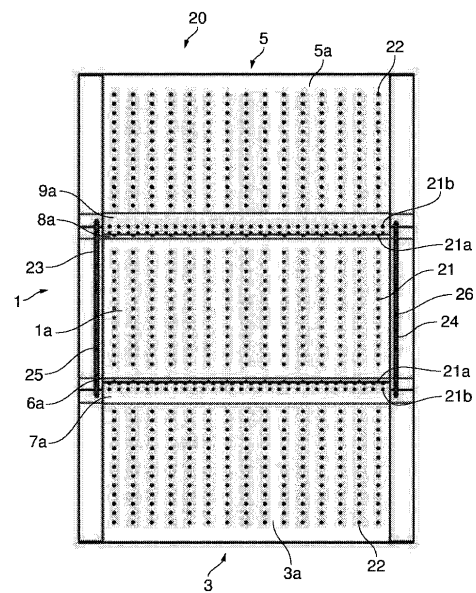
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

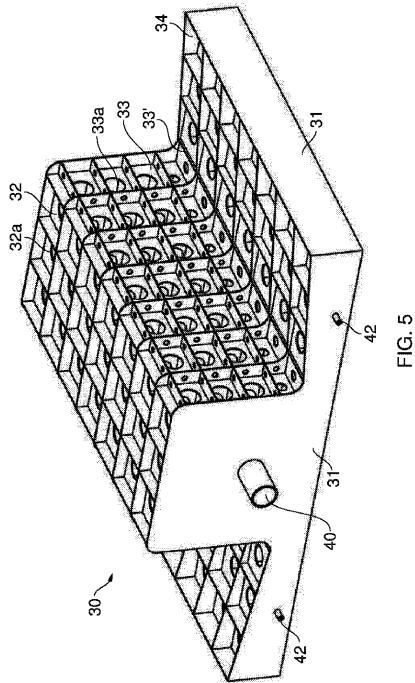


FIG. 5

【図 6】

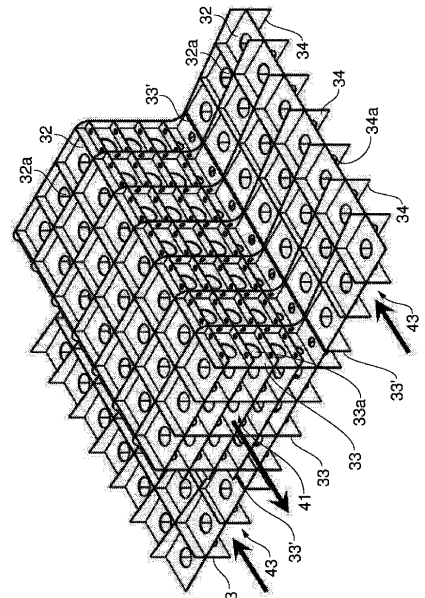


FIG. 6

【図 7】

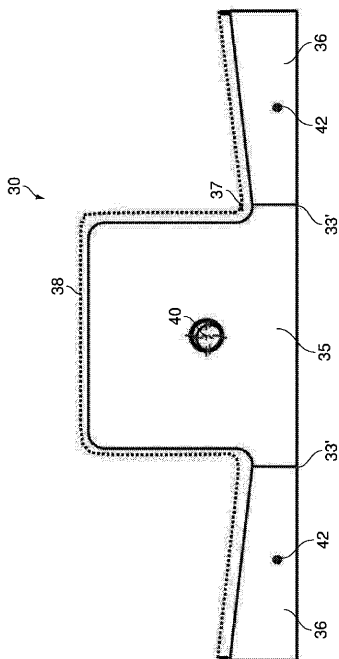


FIG. 7

【図 8】

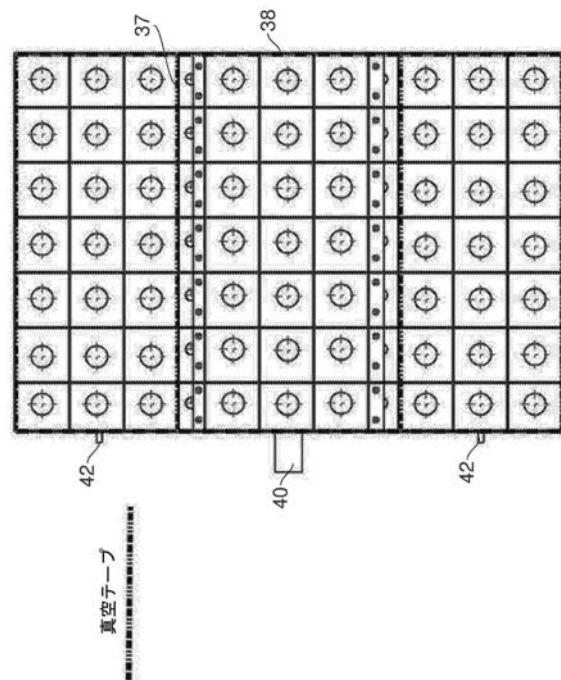


FIG. 8



【図 9】

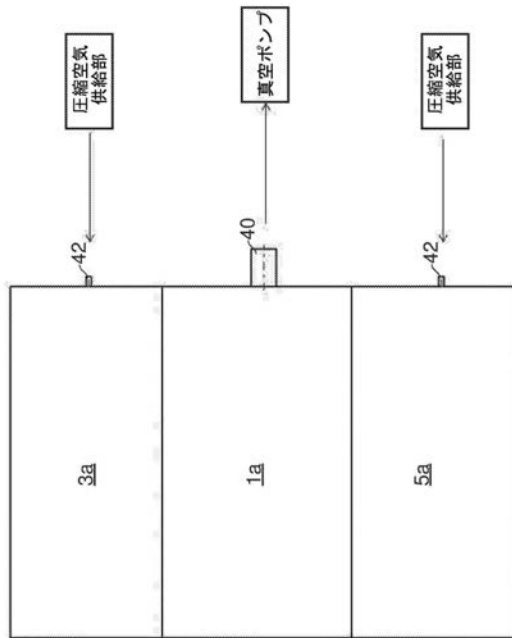


FIG. 9

【図 10】

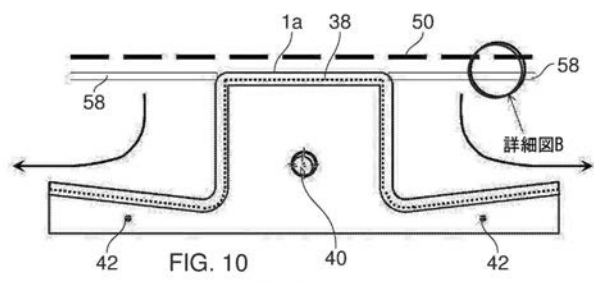


FIG. 10

【図 11】

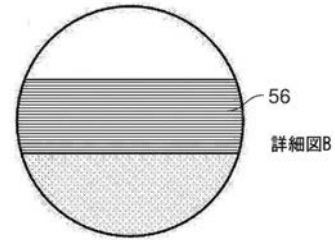


FIG. 11

【図 12】

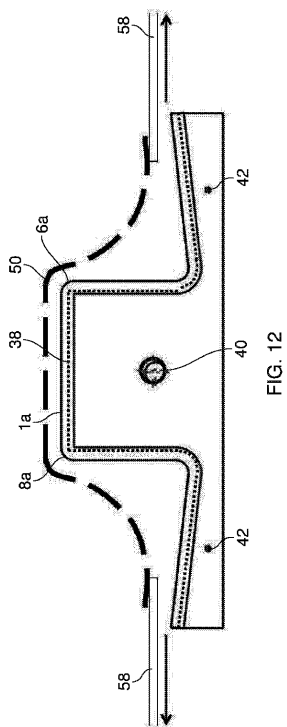


FIG. 12

【図 13】

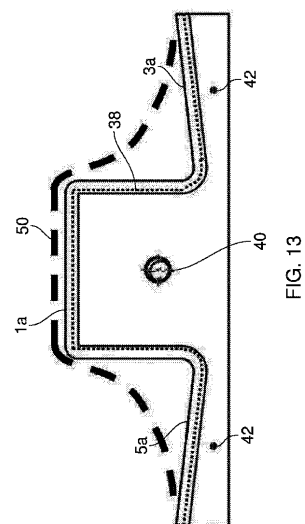


FIG. 13

【図 14】

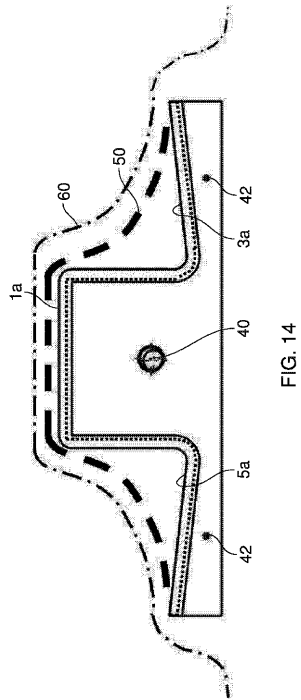


FIG. 14

【図 15】

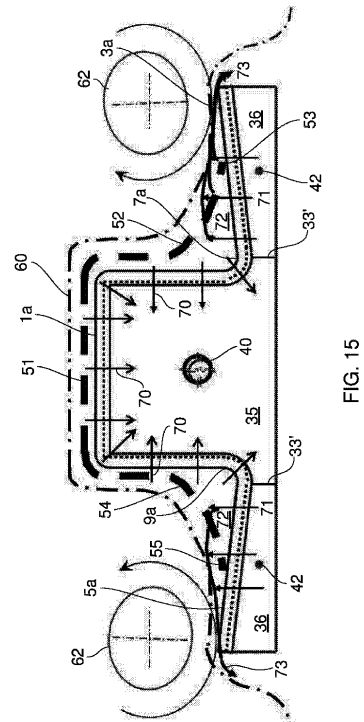


FIG. 15

【図 16】

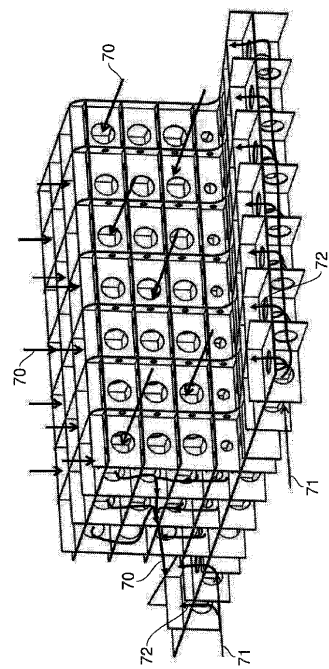


FIG. 16

【図 17】

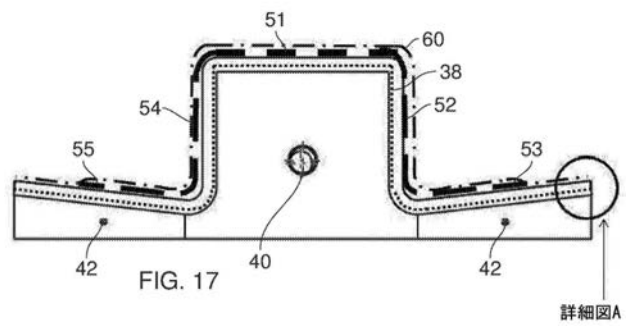
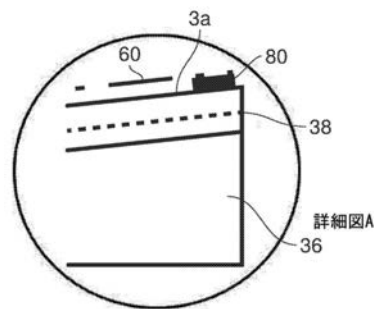


FIG. 17

詳細図A

【図 18】



【 図 1 9 】

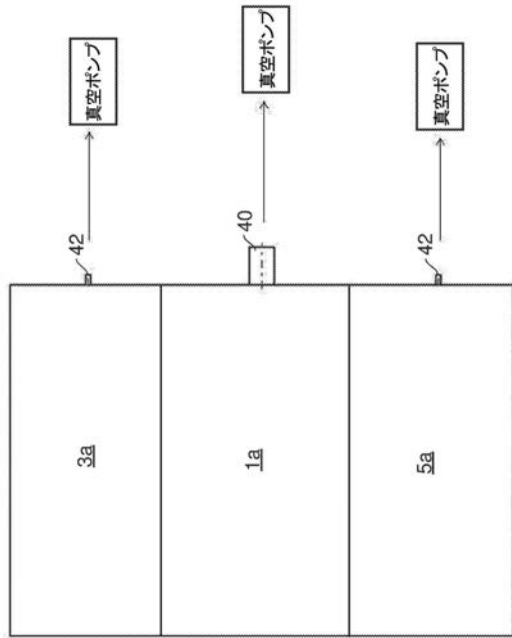


FIG. 19

【 図 2 0 】

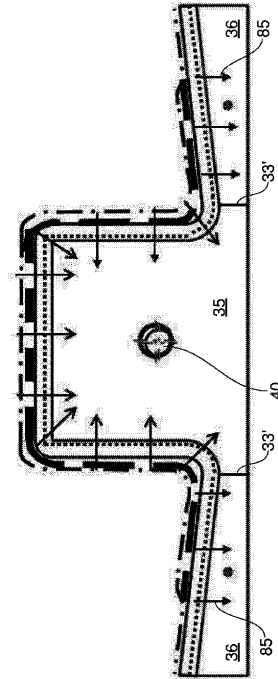


FIG. 20

【 図 2 1 】

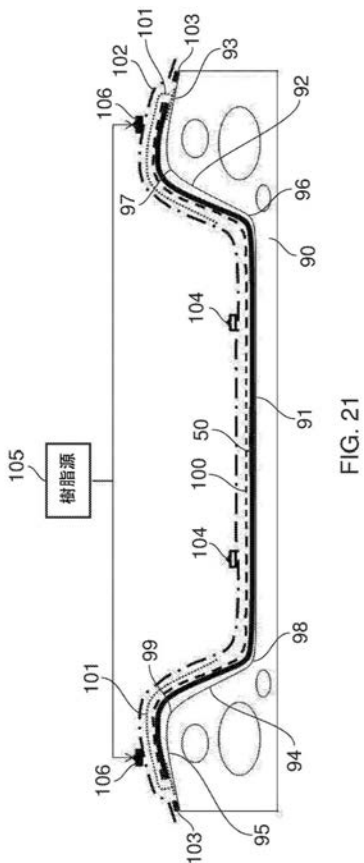


FIG. 21

【 図 2 2 】

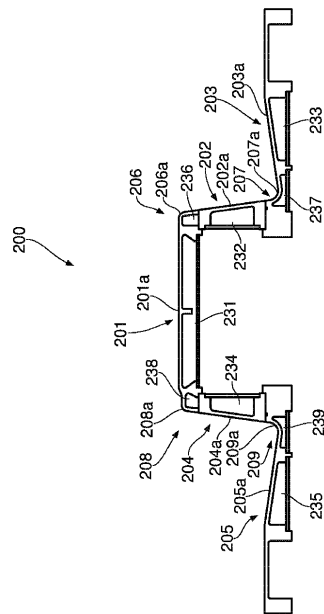


FIG. 22

【図 23】

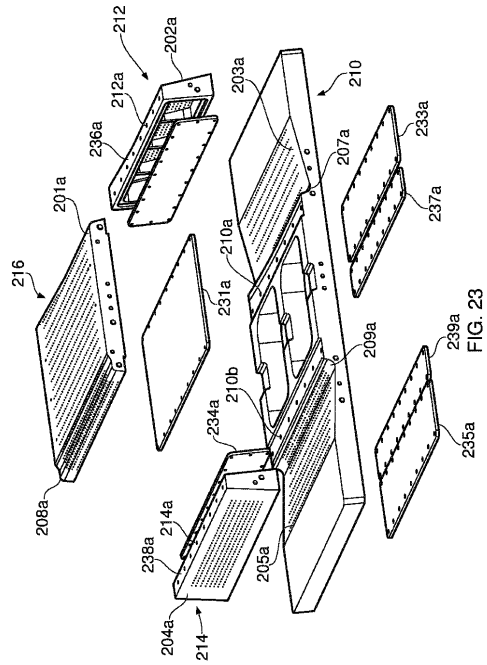


FIG. 23

【図 24】

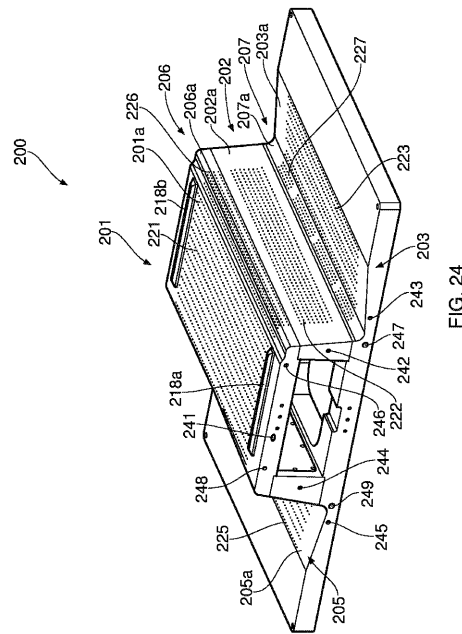


FIG. 24

【図 25】

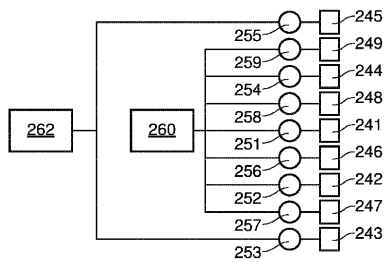


FIG. 25

【図 27】

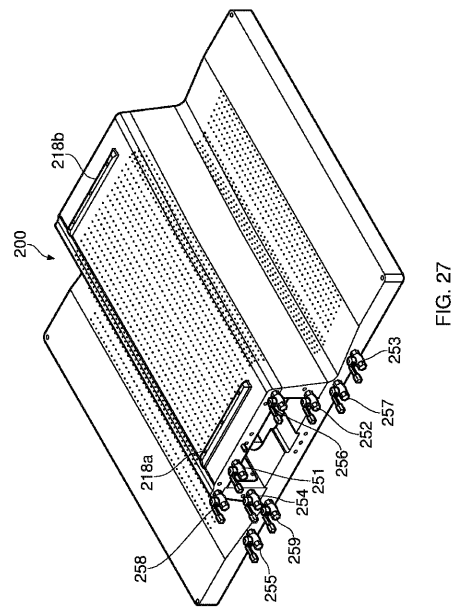


FIG. 27

【図 26】

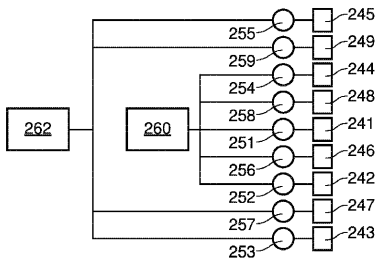


FIG. 26

【図 28】

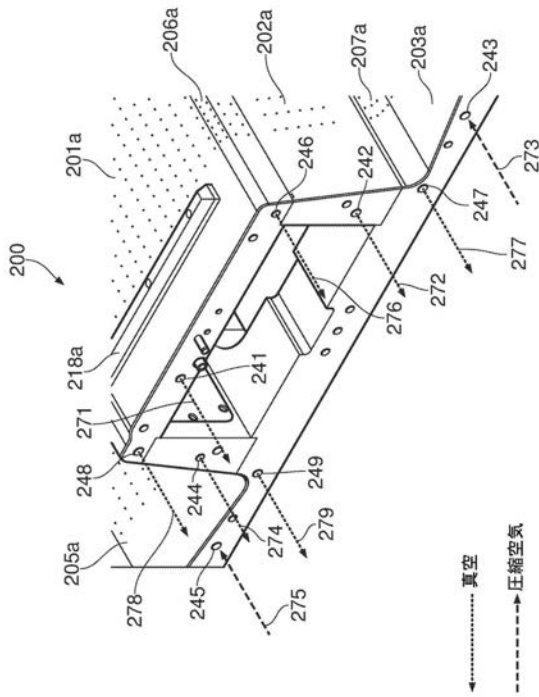


FIG. 28

【図 29】

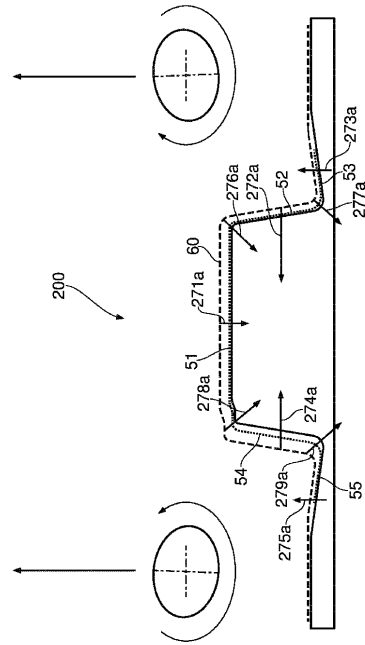


FIG. 29

【図 30】

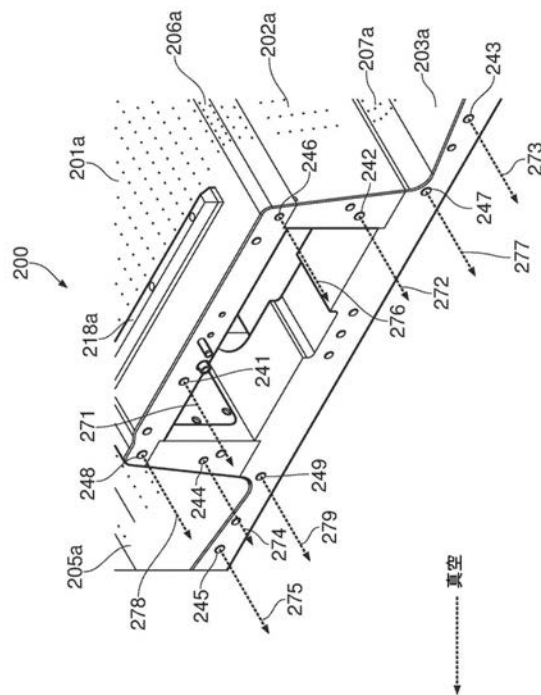


FIG. 30

【図 31】

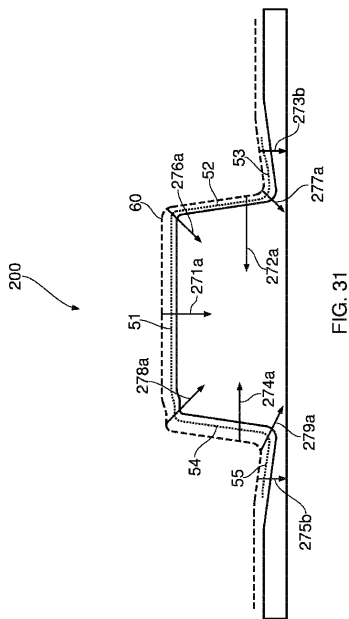


FIG. 31

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2017/052591

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B29B11/16 B29C70/44  
ADD.

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)  
B29B B29C

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 946 640 A (NATHOO NAZIM S [US]) 7 August 1990 (1990-08-07) cited in the application figures 2,3,4,9 column 8, line 7 - column 9, line 13 -----	1-30
A	DE 10 2011 119046 A1 (PREMIUM AEROTEC GMBH [DE]) 23 May 2013 (2013-05-23) paragraphs [0005], [0009], [0010], [0013], [0016], [0017] figure 3a -----	1-30
A	EP 2 206 598 A1 (KOREAN AIR LINES CO LTD [KR]) 14 July 2010 (2010-07-14) paragraphs [0019], [0020] figures 6,8 ----- -/-	1-30

☒ 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 application or patent 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

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2018

Date of mailing of the international search report

21/03/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jouannon, Fabien

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/GB2017/052591

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

## Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ GB2017/ 052591

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-30

Forming a laminate charge having first, second and third parts

---

2. claims: 31-48

Forming a laminate charge in two suction stages

---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2017/052591

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 047 972 A1 (SAAB AB [SE]) 15 April 2009 (2009-04-15) figures 1,5a,5d -----	1-30
A	US 6 610 229 B1 (MORALES ARIANNA T [US] ET AL) 26 August 2003 (2003-08-26) figures 1,2 column 2, line 35 - line 63 -----	1-30
X	DE 10 2015 200813 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 27 August 2015 (2015-08-27)  paragraphs [0004], [0017], [0018] figures 2,3 -----	31, 33-39, 41,42, 44-48
X	GB 2 454 881 A (GKN AEROSPACE SERVICES LTD [GB]) 27 May 2009 (2009-05-27)  figures 5A-5E page 2, line 12 - line 31 page 10, line 26 - page 12, line 10 -----	31, 33-39, 41,42, 44-48

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2017/052591

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4946640	A	07-08-1990	NONE
DE 102011119046	A1	23-05-2013	BR 112014012341 A2 CA 2856544 A1 DE 102011119046 A1 EP 2782747 A1 RU 2014125132 A US 2015158211 A1 WO 2013075694 A1
			30-05-2017 30-05-2013 23-05-2013 01-10-2014 27-12-2015 11-06-2015 30-05-2013
EP 2206598	A1	14-07-2010	EP 2206598 A1 KR 20100082079 A US 2010170631 A1 WO 2010079865 A1
			14-07-2010 16-07-2010 08-07-2010 15-07-2010
EP 2047972	A1	15-04-2009	EP 2047972 A1 ES 2443917 T3 US 2009091063 A1 US 2012003347 A1
			15-04-2009 21-02-2014 09-04-2009 05-01-2012
US 6610229	B1	26-08-2003	US 6610229 B1 US 2004178320 A1
			26-08-2003 16-09-2004
DE 102015200813	A1	27-08-2015	NONE
GB 2454881	A	27-05-2009	AT 552092 T EP 2219842 A1 ES 2383931 T3 GB 2454881 A US 2010269978 A1 WO 2009066064 A1
			15-04-2012 25-08-2010 27-06-2012 27-05-2009 28-10-2010 28-05-2009

## フロントページの続き

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

(72)発明者 アレグザンダー スティーブン ウォーレス

イギリス国, ラングポート サマセット ティーエー 1 0 9 ビーディー, ハイ ハム, スタウト  
ロード, ハイランズ

Fターム(参考) 4F205 AA36 AC05 AD16 AG03 AH31 HA08 HA22 HA32 HA35 HA42  
HB01 HF01 HF30 HG01 HK03 HK04 HK05 HK24 HK31 HM02  
HT02 HT13