(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2022-19882
(P2022-19882A)
(43)公開日　令和4年1月27日(2022.1.27)

(51)国際特許分類　FI
B29C 43/32 (2006.01)　B29C 43/32
B29C 70/06 (2006.01)　B29C 70/06
B29C 70/46 (2006.01)　B29C 70/46
B29C 43/02 (2006.01)　B29C 43/02

審査請求　有　請求項の数　9　ＯＬ　外国語出願　（全20頁）

(21)出願番号　特願2021-195375(P2021-195375)
(22)出願日　令和3年12月1日(2021.12.1)
(62)分割の表示　特願2018-9369(P2018-9369)の分割
原出願日　平成30年1月24日(2018.1.24)
(31)優先権主張番号　15/426,784
(32)優先日　平成29年2月7日(2017.2.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(71)出願人　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州　１２３４５、スケネクタデイ、リバーロード、１番
(74)代理人　100188558
弁理士　飯田 雅人
(74)代理人　100154922
弁理士　崔 允辰
(74)代理人　100207158
弁理士　田中 研二
(72)発明者　マシュー・ハーパー・ホックメイヤー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９－１０２７、ニスカユナ、リサーチサークル、１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　構造体に圧力を加えるためのアプリケータシステム

(57)【要約】
【課題】成形ツール上の構造体を形成するために、真空下でジャミングされて正圧下でアンジャミングされるアプリケータを含むアプリケータシステムを提供する。
【解決手段】複合構造体（６０１）に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリ（６０２）は、外部フレーム（６１４）と、外部フレーム（６１４）内に実質的に配置されたアプリケータケーシング（６１０）と、アプリケータケーシング（６１０）内に実質的に配置されたアプリケータ（６１２）とを含む。アプリケータケーシング（６１０）は、第１の膜（６１６）と、第１の膜（６１６）内に配置された第１のジャミング材料（６１８）とを含む。アプリケータ（６１２）は、第２の膜（６２２）と、第２の膜（６２２）内に配置された第２のジャミング材料（６２４）とを含む。
【選択図】図１

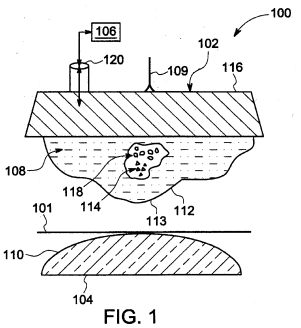


FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複合構造体を圧縮して成形するためのアプリケータシステムであって、
前記複合構造体を受け取るための受け取り面を有する成形ツールと、
空気ポンプと、
前記空気ポンプに結合され、かつ前記受け取り面上の前記複合構造体を圧縮して成形するように構成されたアプリケータアセンブリとを含み、
前記アプリケータアセンブリが、
外部フレームと、
前記外部フレーム内に完全に配置されたアプリケータとを含み、
前記アプリケータが、
前記空気ポンプと流体連通して結合された内部キャビティを画定する膜と、
前記内部キャビティ内に配置され、かつ前記膜内に封入されたジャミング材料とを含み、
前記空気ポンプが、前記アプリケータを、ジャミングされた状態とアンジャミングされた状態と加圧された状態との間で選択的に移行させるように構成されており、
前記アンジャミングされた状態で前記空気ポンプが前記内部キャビティに十分な空気を提供するように構成されることで、前記ジャミング材料が前記内部キャビティ内を自由に流れることができ、かつ前記膜が前記複合構造体の形状に適合するように構成されるようになっており、
前記ジャミングされた状態で前記空気ポンプが前記内部キャビティから十分な空気を抜き出すように構成されることで、前記内部キャビティ内が真空になり、且つ、ジャミング材料がジャミングして前記膜が硬くなるようになっており、
前記加圧された状態で前記空気ポンプが前記内部キャビティに十分な空気を提供するように構成されることで、前記膜が膨張して前記複合構造体に圧力を加えるようになっており、
前記アプリケータが、前記ジャミングされた状態と前記加圧された状態との両方で、前記受け取り面上の前記複合構造体を圧縮するように構成されている、アプリケータシステム。
【請求項２】
前記アプリケータは、前記成形ツールの前記受け取り面に適合するように構成され、前記受け取り面が、少なくとも１つの非平面形状を有する、請求項１に記載のアプリケータシステム。
【請求項３】
前記アプリケータアセンブリは、前記アプリケータアセンブリの動きを制御するように構成された移動機構に結合される、請求項１に記載のアプリケータシステム。
【請求項４】
前記移動機構は、前記アプリケータアセンブリを介して力を加えるように構成される、請求項３に記載のアプリケータシステム。
【請求項５】
前記膜は、前記複合構造体と接触するように構成された接触面を含む、請求項１に記載のアプリケータシステム。
【請求項６】
前記膜は、前記膜を加熱するように構成された少なくとも１つの加熱要素を備える、請求項１に記載のアプリケータシステム。
【請求項７】
成形ツールの受け取り面上で複合構造体を成形する方法であって、
空気ポンプに結合されたアプリケータアセンブリを提供するステップであって、前記アプリケータアセンブリが、外部フレームと、前記外部フレーム内に完全に配置されたアプリケータとを含み、前記アプリケータが、前記空気ポンプと流体連通して結合された内部キャビティを画定する膜と、前記内部キャビティ内に配置され、かつ前記膜内に封入された

ジャミング材料とを含む、アプリケータアセンブリを提供するステップと、
前記空気ポンプで、前記膜の前記内部キャビティに十分な空気を提供することで、前記ジャミング材料が前記内部キャビディ内を自由に流れることができ、かつ前記膜が前記複合構造体の形状に適合するように構成されるようにし、前記アプリケータをアンジャミングされた状態に移行させるステップと、
前記空気ポンプで、前記内部キャビティから十分な空気を抜き出すことで、前記内部キャビティ内を真空にし、かつ前記ジャミング材料がジャミングして前記膜が硬くなるようにし、前記アプリケータをジャミングされた状態に移行させるステップと、
前記ジャミングされた状態の前記アプリケータを動かして前記複合構造体と接触させるステップと、
前記空気ポンプで、前記膜の前記内部キャビティに十分な空気を提供することで、前記膜が膨張して前記複合構造体に圧力を加え、前記成形ツールの前記受け取り面上の前記複合構造体を圧縮し、前記アプリケータを加圧された状態に移行させるステップと
を含み、
前記アプリケータが、前記ジャミングされた状態と前記加圧された状態との両方で、前記受け取り面上の前記複合構造体を圧縮するように構成されている、方法。
【請求項８】
前記アプリケータを動かして前記複合構造体と接触させるステップの後に、前記アプリケータアセンブリに結合された移動機構を制御し、前記アプリケータアセンブリを介して前記複合構造体上に圧力をかけるステップを更に含む、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記膜が、前記複合構造体と接触するように構成された接触面を含み、前記アプリケータが前記ジャミングされた状態になっているときに、前記接触面が少なくとも１つの非平面形状を有する、請求項７に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書で開示される主題は、構造体に圧力を加えるためのアプリケータシステムに関し、より詳細には、成形ツール上の構造体を形成するために、真空下でジャミングされて正圧下でアンジャミングされるアプリケータを含むアプリケータシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
複合材料の機体および機体の構造部材の構築のための航空宇宙産業などでは、積層複合構造体の製造および構築に、圧力成形構造体のための少なくともいくつかのシステム（例えば、圧縮システムまたはアプリケータシステム）が使用される。このような構造体は、通常、フォームの上に配置されて、圧力下で圧縮される材料の複数の層、すなわち「プライ」から構築される。
【０００３】
多くの公知の圧縮システムは、マンドレルまたはフォームなどのツールを含み、その上に圧縮のための構造体が配置される。真空バッグを構造体の上に配置し、構造体を圧縮するために圧力下でフォーム上に密封することができる。他の公知のアプリケータシステムは、構造体をツール上の所望の形状にプレスするように構成された成形された金属圧縮ツールを含む。このようなシステムは、通常、構造体の材料の厚さのばらつきに対応することができず、および／または構造体の圧縮中に十分な圧力を加えることができない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】国際公開第２０１６／０７５４２４号パンフレット
【発明の概要】
【０００５】

一態様では、複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリが提供される。アプリケータアセンブリは、外部フレームと、外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータケーシングと、アプリケータケーシング内に実質的に配置されたアプリケータとを含む。アプリケータケーシングは、第１の膜と、第１の膜内に配置された第１のジャミング材料とを含む。アプリケータは、第２の膜と、第２の膜内に配置された第２のジャミング材料とを含む。

【０００６】

別の態様では、複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータシステムが提供される。アプリケータシステムは、複合構造体を受け取るための受け取り面を有する成形ツールと、空気ポンプと、空気ポンプに結合され、かつ受け取り面上の複合構造体をプレスするように構成されたアプリケータアセンブリとを含む。アプリケータアセンブリは、外部フレームと、外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータケーシングと、アプリケータケーシング内に実質的に配置されたアプリケータとを含む。アプリケータケーシングは、第１の膜と、第１の膜内に配置された第１のジャミング材料とを含む。アプリケータは、第２の膜と、第２の膜内に配置された第２のジャミング材料とを含む。

【０００７】

さらに別の態様では、複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリが提供される。アプリケータアセンブリは、外部フレームと、外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータとを含む。アプリケータは、膜と、膜内に配置されたジャミング材料とを含む。アプリケータは、アプリケータに対向して配置されたツールの受け取り面上の複合構造体を圧縮するために、真空下でジャミングされて正圧下でアンジャミングされるように構成される。

【０００８】

本開示のこれらの、ならびに他の特徴、態様および利点は、添付の図面を参照しつつ以下の詳細な説明を読めば、よりよく理解されよう。添付の図面では、図面の全体にわたって、類似する符号は類似する部分を表す。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】複合構造体に圧力を加えるための例示的なアプリケータシステムの断面図である。

【図２】図１に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの動作を示す。

【図３】図１に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの動作を示す。

【図４】図１に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの動作を示す。

【図５】図１に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの動作を示す。

【図６】複合構造体に圧力を加えるための代替的なアプリケータシステムの断面図である。

【図７】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。

【図８】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。

【図９】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。

【図１０】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。

【図１１】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。

【図１２】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。
【図１３】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第３の例示的な動作を示す。
【図１４】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第３の例示的な動作を示す。
【図１５】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第３の例示的な動作を示す。
【図１６】図６に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第３の例示的な動作を示す。
【図１７】複合構造体に圧力を加えるための別の代替的なアプリケータシステムの断面図である。
【図１８】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。
【図１９】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。
【図２０】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第１の例示的な動作を示す。
【図２１】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。
【図２２】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。
【図２３】図１７に示すアプリケータシステムの断面図であり、アプリケータシステムの第２の例示的な動作を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
特に明記しない限り、本明細書において提供される図面は、本開示の実施形態の特徴を図示するものである。これらの特徴は、本開示の１つまたは複数の実施形態を含む多種多様なシステムで適用できると考えられる。したがって、図面は、本明細書に開示する実施形態の実施のために必要とされる当業者に知られているすべての従来の特徴を含むわけではない。
【００１１】
以下の明細書および特許請求の範囲において、いくつかの用語に言及するが、これらは以下の意味を有すると規定する。
【００１２】
単数形「ａ」、「ａｎ」、および「ｔｈｅ」は、文脈が特に明確に指示しない限り、複数の言及を含む。
【００１３】
「任意の」または「任意に」は、続いて記載された事象または状況が生じてもよいし、また生じなくてもよいことを意味し、かつ、その説明が、事象が起こる場合と、それが起こらない場合とを含むことを意味する。
【００１４】
本明細書および特許請求の範囲を通してここで使用される、概略を表す言葉（Ａｐｐｒｏｘｉｍａｔｉｎｇ　ｌａｎｇｕａｇｅ）は、関連する基本的機能に変化をもたらすことなく、差し支えない程度に変動できる任意の量的表現を修飾するために適用することができる。したがって、「約」および「実質的に」などの用語で修飾された値は、明記された厳密な値に限定されるものではない。少なくともいくつかの例では、近似する文言は、値を測定するための機器の精度に対応することができる。ここで、ならびに本明細書および特許請求の範囲を通して、範囲の限定は組み合わせおよび／または置き換えが可能であり、文脈および文言が特に指示しない限り、このような範囲は識別され、それに包含されるす

べての部分範囲を含む。

【００１５】

本開示の実施形態は、構造体に圧力を加えるためのアプリケータシステムに関する。より詳細には、本開示の実施形態は、真空下でジャミングされ、および／または正圧下でアンジャミングされるアプリケータを含むアプリケータシステムに関し、このアプリケータは、アンジャミングされた構成では、成形ツールの受け取り面の周りで変形可能であり、ジャミングされた構成では、成形ツール上の構造体を形成するための成形ツールの形状を保持する。構造体を成形ツール上に配置し、アプリケータアセンブリを介して構造体に荷重力を加えて、成形ツール上の構造体をプレスする。さらに、いくつかの実施形態では、アプリケータを加圧して、成形ツールの上の構造体にさらに圧力を加える。

【００１６】

以下に記載される実施形態およびいずれかの実施形態に関して、熱が構造体に加えられてもよい。例えば、熱は、アプリケータ、アプリケータフレーム、またはその両方によって構造体に加えられてもよい。さらに、熱は、アプリケータまたはアプリケータケーシング内に配置された１つまたは複数の電気加熱要素などによって、アプリケータまたはアプリケータフレーム内に配置されたジャミング材料を通って循環してもよい。さらに、いくつかの実施形態では、１つまたは複数の膜（例えば、アプリケータの膜および／またはアプリケータケーシングの膜）は、膜を加熱するように構成された１つまたは複数の電気加熱要素を含むことができる。ジャミング材料および／または１つまたは複数の膜を通って循環される熱は、積層複合構造体などの構造体を、平滑または変形可能に成形するのに十分であり得る。

【００１７】

本明細書で使用されるように、アプリケータまたはアプリケータケーシングなどの構造体は、例えば、真空下または部分的真空下などの、空気がアプリケータまたはアプリケータケーシングから抜き取られるときに「ジャミング」され、アプリケータまたはアプリケータケーシング内のジャミング材料の粒子を剛性または半剛性構成にする。

【００１８】

本明細書で使用するように、アプリケータまたはアプリケータケーシングなどの構造体は、アプリケータまたはアプリケータケーシング内に空気が圧送されるときに「加圧」される。加圧の間、アプリケータまたはアプリケータケーシングは剛性または半剛性になる。

【００１９】

本明細書で使用するように、アプリケータまたはアプリケータケーシングなどの構造体は、アプリケータまたはアプリケータケーシング内に少量の空気が圧送される場合または全く空気が圧送されない場合、あるいはアプリケータまたはアプリケータから空気が放出された場合に、「アンジャミング」または「緩和」され、アプリケータまたはアプリケータケーシング内のジャミング材料の粒子が流動性または半流動性になり、アプリケータまたはアプリケータケーシングが可撓性または変形性を有するようになる。

【００２０】

様々なアプリケータシステムを図面を参照して以下に説明するが、これらのシステムは単に例示的なものであり、ジャミングおよび加圧動作が可能な他のアプリケータシステムも考えられることが理解されよう。例えば、以下の各アプリケータシステムに関連して説明する特定のジャミング動作およびアンジャミング動作は、各アプリケータシステムで使用されるジャミング材料および成形される構造体などの１つまたは複数の要因に基づいて変化し得る。

【００２１】

図１は、限定ではないが、複合ラミネート構造体などの構造体１０１に圧力を加えるための例示的なアプリケータシステム１００の断面図である。アプリケータシステム１００は、アプリケータアセンブリ１０２と、成形ツール１０４と、空気ポンプ１０６と、移動機構１０９とを含む。移動機構１０９は、アプリケータアセンブリ１０２の動きを制御するために使用される軸または軸系の周りで並進することができる。様々な実施形態では、移

動機構１０９は、リニアアクチュエータまたはロボットアームなどのアクチュエータである。いくつかの実施形態では、アプリケータシステム１００は、空気ポンプ１０６と流体連通して配置され、かつ、空気ポンプ１０６に出入りする空気をフィルタリングするように構成された空気フィルタ（図示せず）を含む。

【００２２】

例示的な実施形態では、成形ツール１０４は、成形ツール１０４上に成形するための構造体１０１を受け取るように構成された剛性構造体である。したがって、成形ツール１０４は、構造体１０１を受け取るように成形され、構造体１０１が所望の形状またはフォームにプレスされる受け取り面１１０を含む。

【００２３】

アプリケータアセンブリ１０２は、アプリケータ１０８および外部フレーム１１６を含む。アプリケータ１０８は、膜１１２およびジャミング材料１１４を含む。膜１１２は可撓性であり、エラストマ、ゴム化合物、または実質的に気体不透過性で可撓性である任意の他の適切な材料などの、任意の適切な可撓性材料から作製される。膜１１２はまた、成形ツール１０４の受け取り面１１０と接触するように構成された外面１１３を含む。

【００２４】

膜１１２は、ジャミング材料１１４で充填される。より詳細には、キャビティ１１８が膜１１２内に画定され、キャビティ１１８はジャミング材料１１４で充填される。

【００２５】

例示的な実施形態では、ジャミング材料１１４は、粒状媒体であって、ジャミング材料１１４の粒子間に作用する力（垂直力、摩擦力、ファンデルワールス力など）を変化させて、可変または調整可能な剛性を有する粒状粒子のネットワークを形成することができる。様々な実施形態では、ジャミング材料１１４は、砂、ガラスビーズ、種々の有機粒子（例えば、コーヒー豆、木の実の殻）などの粒子、あるいは粒子間に作用する力を変化させて、粒子のネットワークもしくはシステムの全体の剛性に影響を及ぼすことができる任意の他の粒状媒体を含む。

【００２６】

外部フレーム１１６は、剛性支持部材であり、それに膜１１２が結合され、かつ／または密封される。外部フレーム１１６はまた、空気ポンプ１０６に結合された真空ポート１２０を含む。移動機構１０９は、外部フレーム１１６に機械的に結合され、外部フレーム１１６に荷重力を加えるように構成される。

【００２７】

図２～図４は、アプリケータシステム１００の一連の断面図であり、アプリケータシステム１００の動作を示している。したがって、図２に注目すると、動作中に、少量の空気がアプリケータ１０８のキャビティ１１８内に圧送され、ジャミング材料１１４の粒子間に作用する力が低減されて、ジャミング材料１１４がキャビティ１１８内を移動して流れることができる。したがって、膜１１２はジャミング材料１１４に適合し、アプリケータ１０８の形状は調整可能または変形可能である。いくつかの実施形態では、空気がキャビティ１１８に圧送されず、および／または空気が解放され、ジャミング材料１１４を緩和状態にして、ジャミング材料１１４がキャビティ１１８内を移動して流れることができる。

【００２８】

図３を参照して示すように、アプリケータアセンブリ１０２は、成形ツール１０４の受け取り面１１０の上に降下するか、あるいは接触するように移動する。いくつかの実施形態では、移動機構１０９は、アプリケータアセンブリ１０２を成形ツール１０４と接触させたり、それから離したりするように動かす。アプリケータアセンブリ１０２が成形ツール１０４と接触すると、ジャミング材料１１４が膜１１２内を流れ、または移動して、アプリケータ１０８が成形ツール１０４の受け取り面１１０の形状をとる。

【００２９】

図４を参照すると、アプリケータ１０８のキャビティ１１８から空気が汲み出され、アプリケータ１０８内でジャミング材料１１４が堅くなるかジャミング状態になる。したがっ

て、アプリケータ１０８は、成形ツール１０４の受け取り面１１０の形状にジャミングされる。これは、アプリケータアセンブリ１０２が成形ツール１０４の表面に向かって移動する間の任意の段階で漸進的に起こり得る。

【００３０】

図５を参照して示すように、構造体１０１がアプリケータ１０８と成形ツール１０４との間でプレスされて圧縮されるように、例えば移動機構１０９などの外力も加えられる。加えられる外力は、構造体１０１を円滑かつ適切に圧縮するのに十分なだけでなく、成形ツール１０４に対して構造体１０１に所望の形状を与えるのに十分である。さらに、いくつかの実施形態では、アプリケータ１０８は、正圧下で加圧され、アプリケータ１０８が、成形ツール１０４上の構造体１０１に対してさらなる荷重力または圧力を加える。

【００３１】

図６は、構造体６０１に圧力を加えるための代替的なアプリケータシステム６００の断面図である。アプリケータシステム６００は、アプリケータアセンブリ６０２、成形ツール６０４、空気ポンプ６０６、および移動機構６０９を含む。移動機構６０９は、アプリケータアセンブリ６０２の動きを制御するために使用される軸または軸系の周りで並進することができる。様々な実施形態では、移動機構６０９は、リニアアクチュエータまたはロボットアームなどのアクチュエータである。いくつかの実施形態では、アプリケータシステム６００は、空気ポンプ６０６と流体連通して配置され、かつ、空気ポンプ６０６に出入りする空気をフィルタリングするように構成された空気フィルタ（図示せず）を含む。

【００３２】

例示的な実施形態では、成形ツール６０４は、成形ツール１０４と実質的に同様である。例えば、成形ツール６０４は、成形ツール６０４上に形成するための複合ラミネート構造体などの構造体６０１を受け取るように構成された剛性構造体である。したがって、成形ツール６０４は、構造体６０１を受け取るように成形され、構造体６０１が所望の形状またはフォームにプレスされる受け取り面６０８を含む。

【００３３】

アプリケータアセンブリ６０２は、アプリケータケーシング６１０と、アプリケータ６１２と、外部フレーム６１４とを含む。アプリケータケーシング６１０は、第１の膜６１６および第１のジャミング材料６１８を含む。第１の膜６１６は可撓性であり、エラストマ、ゴム化合物、または実質的に気体不透過性で可撓性である任意の他の適切な材料などの、任意の適切な可撓性材料から作製される。

【００３４】

第１の膜６１６は、第１のジャミング材料６１８で充填される。より詳細には、キャビティ６２０が第１の膜６１６内に画定され、第１のジャミング材料６１８がキャビティ６２０を満たす。第１のジャミング材料６１８は、ジャミング材料１１４と同じである。

【００３５】

アプリケータ６１２は、第２の膜６２２および第２のジャミング材料６２４を含む。第２の膜６２２は可撓性であり、エラストマ、ゴム化合物、または実質的に気体不透過性で可撓性である任意の他の適切な材料などの、任意の適切な可撓性材料から作製される。第２の膜６２２は、構造体６０１と接触するように構成された接触面６２３を含む。

【００３６】

第２の膜６２２は、第２のジャミング材料６２４で充填される。例えば、キャビティ６２６が第２の膜６２２内に画定され、第２のジャミング材料６２４がキャビティ６２６を満たす。例示的な実施形態では、第２のジャミング材料６２４は、第１のジャミング材料６１８と同じである。しかしながら、様々な実施形態では、第２のジャミング材料は、第１のジャミング材料６１８とは異なる。換言すれば、いくつかの実施形態では、第１の膜６１６は、１つのタイプのジャミング材料（例えば、砂）で満たされ、第２の膜６２２は、別のタイプのジャミング材料（例えば、木の実の殻）で満たされる。

【００３７】

外部フレーム６１４は、アプリケータケーシング６１０が結合および／または密封される

剛性支持部材である。外部フレーム６１４は、空気ポンプ６０６に結合された真空ポート６２８を含む。移動機構６０９はまた、外部フレーム６１４に機械的に結合され、外部フレーム６１４に荷重力を加えるように構成される。

【００３８】

例示的な実施形態では、アプリケータケーシング６１０は、実質的にｎ字形であり、アプリケータケーシング６１０の第１の膜６１６は、アプリケータ６１２を受け入れまたは収容するように構成されたポケット６３０を画定する。したがって、アプリケータ６１２は、アプリケータケーシング６１０のポケット６３０内に少なくとも部分的に配置される。アプリケータ６１２は、１つまたは複数の締結具、接着剤、熱接着などによって、アプリケータケーシング６１０内に結合される。

【００３９】

真空ポート６２８はアプリケータケーシング６１０と流体連通しており、空気ポンプ６０６は、アプリケータケーシング６１０から空気を抜き出してアプリケータケーシング６１０をジャミングし、またアプリケータケーシング６１０内に空気を圧送してアプリケータケーシング６１０に加圧することができる。同様に、真空ポート６２８はアプリケータ６１２と流体連通しており、空気ポンプ６０６は、アプリケータ６１２から空気を抜き出してアプリケータ６１２をジャミングし、またアプリケータ６１２内に空気を圧送してアプリケータ６１２に加圧することができる。いくつかの実施形態では、選択的に構成可能なバルブ（図示せず）が、真空ポート６２８に含まれて、アプリケータケーシング６１０およびアプリケータ６１２のそれぞれのジャミングおよびアンジャミング動作を選択的に制御する。他の実施形態では、アプリケータケーシング６１０およびアプリケータ６１２は、独立した真空ポート（図示せず）に結合され、１つまたは複数の空気ポンプを作動させて、アプリケータケーシング６１０およびアプリケータ６１２を独立にジャミングおよびアンジャミングすることができる。

【００４０】

さらに、アプリケータケーシング６１０は、第１の接触面６３２および第２の接触面６３４を含み、それらの各々は、成形ツール６０４の受け取り面６０８と接触するように構成される。第１の接触面６３２および第２の接触面６３４は、可撓性であり、成形ツール６０４の受け取り面６０８に適合するように構成される。例示的な実施形態では、第１の接触面６３２および第２の接触面６３４は、成形ツール６０４の受け取り面６０８との密封を形成するように構成され、アプリケータ６１２がアプリケータケーシング６１０内で加圧されたときにアプリケータ６１２の第２の膜６２２が圧力を受けて破裂しないようになっている。

【００４１】

図７～図９は、アプリケータシステム６００の一連の断面図であり、アプリケータシステム６００の動作を示している。したがって、図７に注目すると、動作中、アプリケータアセンブリ６０２は、移動機構６０９などにより、成形ツール６０４上の構造体６０１と接触するように降下するか、あるいは配置される。この例では、アプリケータケーシング６１０とアプリケータ６１２の両方が、アンジャミング構成またはリラックス構成で動作を開始する。

【００４２】

図８を参照すると、アプリケータ６１２が成形ツール６０４の構造体６０１と接触すると、アプリケータ６１２がジャミングされ、および／またはアプリケータケーシング６１０がジャミングされ得る。さらに、図示するように、アプリケータケーシング６１０の第１の接触面６３２および第２の接触面６３４は、成形ツール６０４の受け取り面６０８に接触し、それは、受け取り面６０８が非平面であるか、または少なくとも１つの非平面形状を含むように、不規則な形状をしている。いくつかの実施形態では、第１の接触面６３２および第２の接触面６３４は、受け取り面６０８に対して少なくとも部分的な密封を形成する。

【００４３】

図９を参照して示すように、アプリケータケーシング６１０が成形ツール６０４の受け取り面６０８と接触するか、および／または受け取り面６０８上に密封されると、アプリケータ６１２内に空気が圧送されてアプリケータ６１２に加圧する。アプリケータ６１２が加圧されると、アプリケータ６１２の第２の膜６２２は、アプリケータケーシング６１０の第１の膜６１６に対して圧力を加える。この構成では、アプリケータ６１２は、アプリケータケーシング６１０内に収容され、アプリケータケーシング６１０がジャミングされて、アプリケータ６１２がジャミングされたアプリケータケーシング６１０内に支持され、圧力下で破裂しないようになる。加えて、アプリケータ６１２の第２の膜６２２によって加えられる圧力は、構造体６０１を成形ツール６０４の受け取り面６０８上にプレスするように作用し、受け取り面６０８上の構造体６０１を圧縮する。いくつかの実施形態では、移動機構６０９は、外部フレーム６１４に荷重力を加えて、アプリケータアセンブリ６０２と成形ツール６０４の受け取り面６０８との間で構造体６０１をプレスする。

【００４４】

図１０～図１２は、アプリケータシステム６００（図６に示す）の一連の断面図であり、アプリケータシステム６００の第２の例示的な動作を示す。第２の例示的な動作は、アプリケータケーシング６１０およびアプリケータ６１２がジャミングされた構成で始まることを除いて、図７～図９を参照して上述した第１の例示的な動作と実質的に同様である。したがって、第２の例示的な動作では、アプリケータ６１２は、すでにジャミングされ、ジャミングされたアプリケータケーシング６１０によって部分的に囲まれている成形ツール６０４の受け取り面６０８上の構造体６０１と接触する。

【００４５】

図１３～図１６は、アプリケータシステム６００（図６に示す）の一連の断面図であり、アプリケータシステム６００の第３の例示的な動作を示す。第３の例示的な動作は、アプリケータケーシング６１０およびアプリケータ６１２がジャミングされた構成で動作を開始する点で、図１０～図１２を参照して上述した第２の例示的な動作と実質的に同様である。しかしながら、図１５に示すように、アプリケータケーシング６１０は、ジャミングされたアプリケータ６１２の上で加圧され、アプリケータケーシング６１０の第１の接触面６３２および第２の接触面６３４を、成形ツール６０４の受け取り面６０８と加圧接触させる。加えて、図１６に関して示すように、加圧されたアプリケータケーシング６１０内でアプリケータ６１２が加圧されて、成形ツール６０４の受け取り面６０８上の構造体６０１に対してさらなる圧力および圧縮力を加える。

【００４６】

図１７は、構造体１７０１に圧力を加えるための代替的なアプリケータシステム１７００の断面図である。アプリケータシステム１７００はアプリケータシステム６００と実質的に同様であるが、アプリケータシステム１７００はアプリケータケーシング６１０を含まない。したがって、図示するように、アプリケータシステム１７００は、アプリケータアセンブリ１７０２、成形ツール１７０４、空気ポンプ１７０６、および移動機構１７０９を含む。成形ツール１７０４、空気ポンプ１７０６、および移動機構１７０９は、成形ツール６０４、空気ポンプ６０６、および移動機構６０９とそれぞれ実質的に同様である。移動機構１７０９は、アプリケータアセンブリ１７０２の動きを制御するために使用される軸または軸系の周りで並進することができる。様々な実施形態では、移動機構６０９は、リニアアクチュエータまたはロボットアームなどのアクチュエータである。いくつかの実施形態では、アプリケータシステム１７００は、空気ポンプ１７０６と流体連通して配置され、かつ、空気ポンプ１７０６に出入りする空気をフィルタリングするように構成された空気フィルタ（図示せず）を含む。

【００４７】

例示的な実施形態では、アプリケータアセンブリ１７０２は、アプリケータ１７０８および外部フレーム１７１０を含む。アプリケータ１７０８は、膜１７１２およびジャミング材料１７１４を含む。膜１７１２は可撓性であり、エラストマ、ゴム化合物、または実質的に気体不透過性で可撓性である任意の他の適切な材料などの、任意の適切な可撓性材料

から作製される。膜１７１２は、構造体１７０１と接触するように構成された接触面１７１６を含む。

【００４８】

膜１７１２は、ジャミング材料１７１４で充填される。例えば、キャビティ１７１８が膜１７１２内に画定され、ジャミング材料１７１４がキャビティ１７１８を満たす。例示的な実施形態では、ジャミング材料１７１４は、ジャミング材料１１４と同じである。

【００４９】

外部フレーム１７１０は、アプリケータ１７０８が結合および／または密封される剛性支持部材である。外部フレーム１７１０は、空気ポンプ１７０６に結合された真空ポート１７２０を含む。真空ポート１７２０はアプリケータ１７０８と流体連通しており、空気ポンプ１７０６はアプリケータ１７０８から空気を抜き出してアプリケータ１７０８をジャミングし、またアプリケータ１７０８内に空気を圧送してアプリケータ１７０８に加圧することができる。移動機構１７０９は、外部フレーム１７１０に機械的に結合され、外部フレーム１７１０に荷重力を加えるように構成される。

【００５０】

外部フレーム１７１０は実質的にｎ形であり、アプリケータ１７０８を受け入れ、および／または収容するように構成された凹部１７２２を画定する。したがって、アプリケータ１７０８は、外部フレーム１７１０の凹部１７２２内に少なくとも部分的に配置される。例示的な実施形態では、アプリケータ１７０８は、１つまたは複数の締結具、接着剤、熱接着などによって、凹部１７２２内に結合される。

【００５１】

図１８～図２０は、アプリケータシステム１７００の一連の断面図であり、アプリケータシステム１７００の第１の例示的な動作を示す。したがって、図１８および図１９に着目すると、動作中、アプリケータアセンブリ１７０２は、移動機構１７０９などによって、成形ツール１７０４上の構造体１７０１と接触するように降下するか、あるいは配置される。この例では、アプリケータ１７０８は、アンジャミング構成または緩和構成で構造体１７０１の上に配置される。図２０を参照すると、その後、アプリケータ１７０８は、構造体１７０１に圧縮力を加えるように加圧されて、構造体１７０１が、本明細書で説明するように、成形ツール１７０４にプレスされる。

【００５２】

図２１～図２３は、アプリケータシステム１７００の一連の断面図であり、アプリケータシステム１７００の第２の例示的な動作を示す。したがって、図２１および図２２に着目すると、動作中、アプリケータアセンブリ１７０２は、移動機構１７０９などによって、成形ツール１７０４上の構造体１７０１と接触するように降下するか、あるいは配置される。この例では、アプリケータ１７０８は、ジャミング構成で構造体１７０１の上に配置される。さらに、図２３を参照すると、その後、アプリケータ１７０８は、構造体１７０１に圧縮力を加えるように加圧されて、構造体１７０１が、本明細書で説明するように、成形ツール１７０４にプレスされる。

【００５３】

上述したように、アプリケータシステムの実施形態は、構造体への圧力の印加を容易にする。より詳細には、本開示の実施形態は、少なくとも、真空下でジャミングされ、および／または正圧下でアンジャミングされるアプリケータを含むアプリケータシステムに関し、このアプリケータは、アンジャミングされた構成では、成形ツールの受け取り面の周りで変形可能であり、ジャミングされた構成では、成形ツール上の構造体を形成するための成形ツールの形状を保持する。構造体を成形ツール上に配置し、アプリケータアセンブリを介して構造体に荷重力を加えて、成形ツール上の構造体をプレスする。さらに、いくつかの実施形態では、アプリケータを加圧して、成形ツールの上の構造体にさらに圧力を加える。

【００５４】

本明細書に記載したアプリケータシステムの例示的な技術的効果は、例えば、（ａ）ジャ

ミングされたアプリケータと成形ツールとの間で構造体を成形すること、（ｂ）加圧されたアプリケータと成形ツールとの間で構造体を成形すること、（ｃ）アプリケータが、アンジャミングされ、かつ／または加圧されたアプリケータケーシングによって少なくとも部分的に取り囲まれた状態で、ジャミングされ、かつ／または加圧されたアプリケータと成形ツールとの間で構造体を成形すること、ならびに（ｄ）アプリケータが剛性外部フレームによって少なくとも部分的に取り囲まれている状態で、ジャミングされ、かつ／または加圧されたアプリケータと成形ツールとの間で構造体を成形することを含む。

【００５５】

以上、アプリケータシステムおよび関連する構成要素の例示的な実施形態について詳細に説明した。本システムは、本明細書に記載した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、システムの構成要素および／または方法のステップは、本明細書に記載した他の構成要素および／またはステップから独立かつ別個に利用することができる。例えば、本明細書に記載した構成要素の構成は、他のプロセスと組み合わせて使用されてもよく、本明細書に記載されたシステムおよび関連する方法による実施に限定されない。むしろ、例示的な実施形態は、構造体を圧力形成することが望ましい多くの用途に関連して実施され、利用することができる。

【００５６】

本開示の様々な実施形態の具体的な特徴がいくつかの図面には示されており、他の図面には示されていないが、これは単に便宜上のものである。本開示の原理によれば、図面の任意の特徴は、他の任意の図面の任意の特徴と組み合わせて参照および／または請求することができる。

【００５７】

本明細書は、本開示の実施形態を最良の態様を含めて開示するとともに、あらゆる装置またはシステムの製作および使用ならびにあらゆる関連の方法の実行を含む本開示の実施を当業者にとって可能にするために、いくつかの実施例を使用している。本明細書に記載した実施形態の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定められ、当業者が想到する他の例を含むことができる。このような他の実施例が特許請求の範囲の字義通りの文言と異ならない構造体要素を有する場合、または、それらが特許請求の範囲の字義通りの文言と実質的な差異がない等価な構造体要素を含む場合には、このような他の実施例は特許請求の範囲内であることを意図している。

【００５８】

本発明のさらなる態様は、以下の項の主題によって提供される。

【００５９】

［項１］　複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリであって、
外部フレームと、
前記外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータケーシングであって、
第１の膜と、
前記第１の膜内に配置された第１のジャミング材料と
を含むアプリケータケーシングと、
前記アプリケータケーシング内に実質的に配置されたアプリケータであって、
第２の膜と、
前記第２の膜内に配置された第２のジャミング材料と
を含むアプリケータと
を含むアプリケータアセンブリ。

【００６０】

［項２］　前記アプリケータケーシングは、成形ツールの受け取り面に適合するように構成され、前記受け取り面は、少なくとも１つの非平面形状を有する、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。

【００６１】

［項３］　前記アプリケータケーシングは、前記アプリケータの周りに部分的に延在する

ように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６２】
［項４］　前記アプリケータおよび前記アプリケータケーシングの少なくとも一方は、加圧されたものおよびジャミングされたものの少なくとも一方であるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６３】
［項５］　前記アプリケータケーシングは、加圧されたものおよびジャミングされたものの少なくとも一方であるように構成され、前記アプリケータは、加圧されたものおよびジャミングされたものの少なくとも一方であるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６４】
［項６］　前記アプリケータおよび前記アプリケータケーシングの少なくとも一方は、加熱されるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６５】
［項７］　前記アプリケータアセンブリは、前記アプリケータアセンブリの動きを制御するように構成された移動機構に結合される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６６】
［項８］　前記移動機構は、前記アプリケータアセンブリを介して力を加えるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。
【００６７】
［項９］　複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータシステムであって、
複合構造体を受け取るための受け取り面を有する成形ツールと、
空気ポンプと、
前記空気ポンプに結合され、かつ前記受け取り面上の前記複合構造体をプレスするように構成されたアプリケータアセンブリであって、
外部フレームと、
前記外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータケーシングであって、
第１の膜と、
前記第１の膜内に配置された第１のジャミング材料と
を含むアプリケータケーシングと、
前記アプリケータケーシング内に実質的に配置されたアプリケータであって、
第２の膜と、
前記第２の膜内に配置された第２のジャミング材料と
を含むアプリケータと
を含むアプリケータアセンブリと
を含むアプリケータシステム。
【００６８】
［項１０］　前記アプリケータケーシングは、前記成形ツールの受け取り面に適合するように構成され、前記受け取り面は、少なくとも１つの非平面形状を有する、任意の前項に記載のアプリケータシステム。
【００６９】
［項１１］　前記アプリケータケーシングは、前記アプリケータの周りに部分的に延在するように構成される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。
【００７０】
［項１２］　前記アプリケータおよび前記アプリケータケーシングの少なくとも一方は、加圧されたものおよびジャミングされたものの少なくとも一方であるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。
【００７１】
［項１３］　前記アプリケータケーシングは、加圧されたものおよびジャミングされたも

のの少なくとも一方であるように構成され、前記アプリケータは、加圧されたものおよびジャミングされたものの少なくとも一方であるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。

【００７２】

［項１４］　前記アプリケータおよび前記アプリケータケーシングの少なくとも一方は、加熱されるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。

【００７３】

［項１５］　前記アプリケータアセンブリは、前記アプリケータアセンブリの動きを制御するように構成された移動機構に結合される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。

【００７４】

［項１６］　前記移動機構は、前記アプリケータアセンブリを介して力を加えるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータシステム。

【００７５】

［項１７］　複合構造体に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリであって、
外部フレームと、
前記外部フレーム内に実質的に配置されたアプリケータとを含み、前記アプリケータは、膜と、
前記膜内に配置されたジャミング材料とを含み、前記アプリケータは、前記アプリケータに対向して配置されたツールの受け取り面上の複合構造体を圧縮するために、真空下でジャミングされて正圧下でアンジャミングされるように構成される、
アプリケータアセンブリ。

【００７６】

［項１８］　前記アプリケータは、加熱されるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。

【００７７】

［項１９］　前記アプリケータアセンブリは、前記アプリケータアセンブリの動きを制御するように構成された移動機構に結合される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。

【００７８】

［項２０］　前記移動機構は、前記アプリケータアセンブリを介して力を加えるように構成される、任意の前項に記載のアプリケータアセンブリ。

【符号の説明】

【００７９】

１００　アプリケータシステム
１０１　構造体
１０２　アプリケータアセンブリ
１０４　成形ツール
１０６　空気ポンプ
１０８　アプリケータ
１０９　移動機構
１１０　受け取り面
１１２　膜
１１３　外面
１１４　ジャミング材料
１１６　外部フレーム
１１８　キャビティ
１２０　真空ポート
６００　アプリケータシステム
６０１　構造体

６０２　アプリケータアセンブリ
６０４　成形ツール
６０６　空気ポンプ
６０８　受け取り面
６０９　移動機構
６１０　アプリケータケーシング
６１２　アプリケータ
６１４　外部フレーム
６１６　第１の膜
６１８　第１のジャミング材料
６２０　キャビティ
６２２　第２の膜
６２３　接触面
６２４　第２のジャミング材料
６２６　キャビティ
６２８　真空ポート
６３０　ポケット
６３２　第１の接触面
６３４　第２の接触面
１７００　アプリケータシステム
１７０１　構造体
１７０２　アプリケータアセンブリ
１７０４　成形ツール
１７０６　空気ポンプ
１７０８　アプリケータ
１７０９　移動機構
１７１０　外部フレーム
１７１２　膜
１７１４　ジャミング材料
１７１６　接触面
１７１８　キャビティ
１７２０　真空ポート
１７２２　凹部

【図面】

【図１】

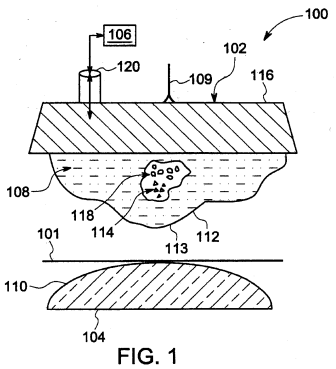


FIG. 1

【図２】

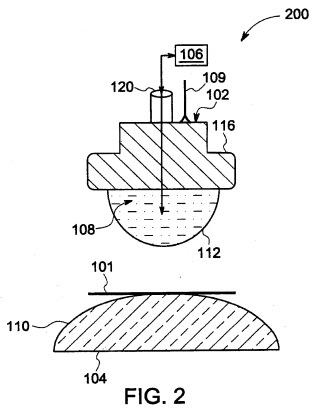


FIG. 2

【図３】

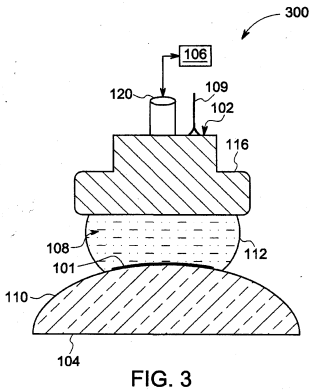


FIG. 3

【図４】

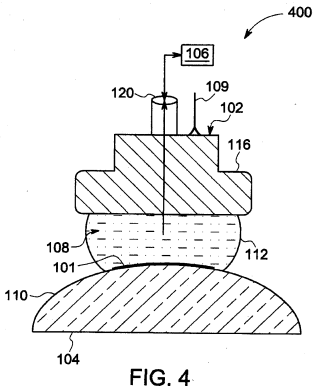


FIG. 4

【図５】

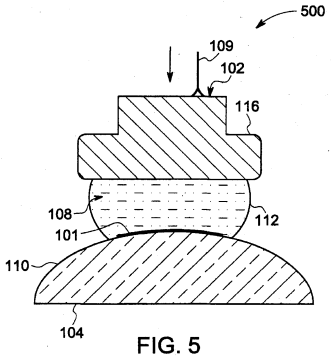


FIG. 5

【図６】

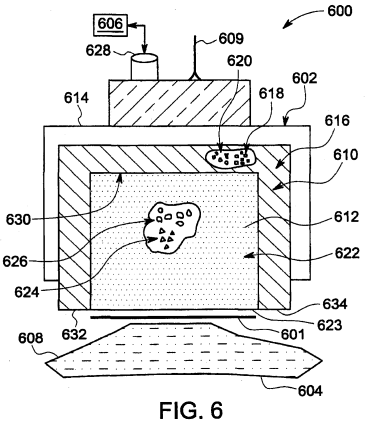


FIG. 6

【図７】

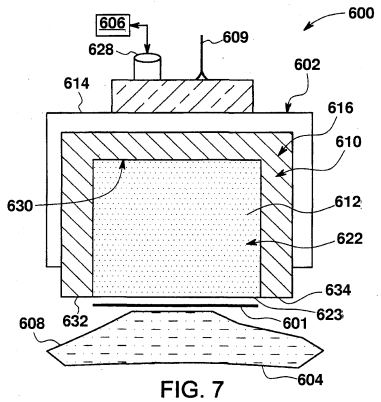


FIG. 7

【図８】

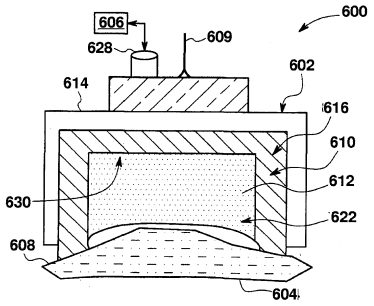


FIG. 8

【図９】

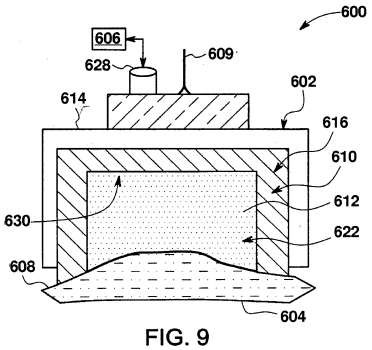


FIG. 9

【図１０】

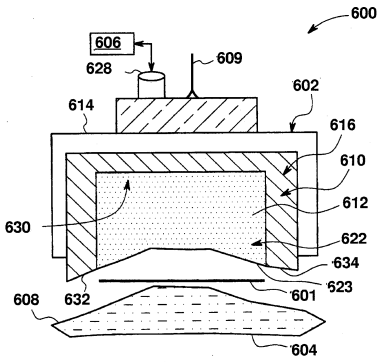


FIG. 10

【図１１】

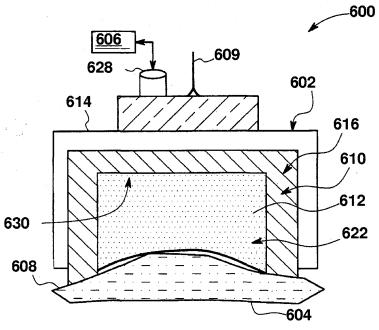


FIG. 11

【図１２】

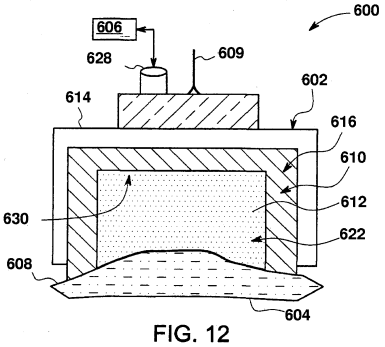


FIG. 12

【図１３】

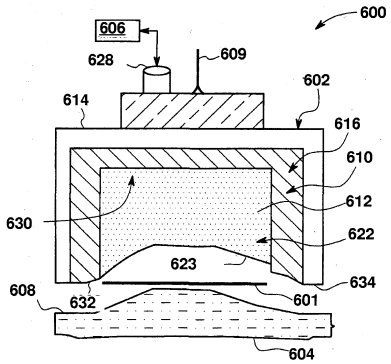


FIG. 13

【図１４】

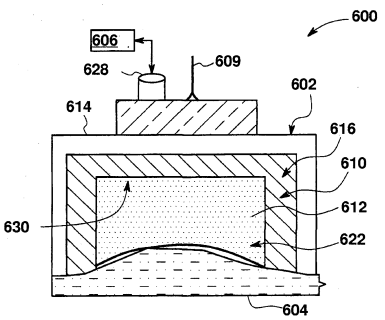


FIG. 14

【図１５】

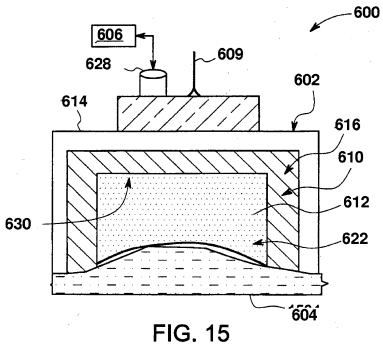


FIG. 15

【図１６】

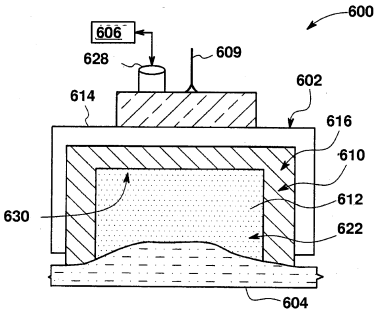


FIG. 16

【図１７】

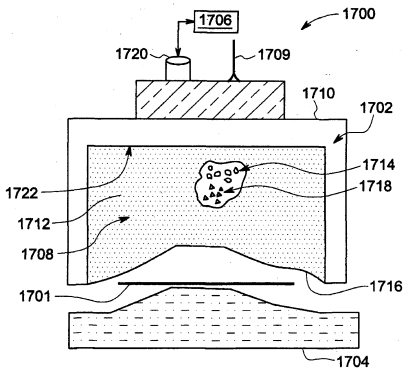


FIG. 17

【図１８】

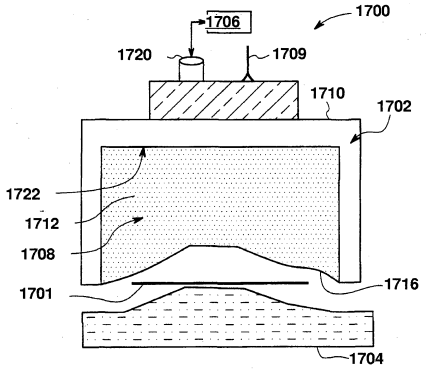


FIG. 18

【図１９】

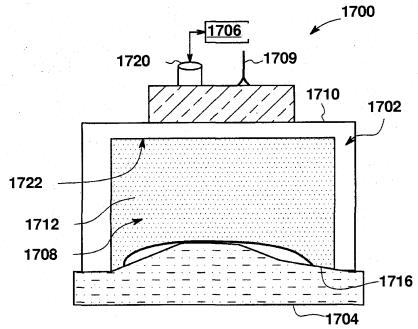


FIG. 19

【図２０】

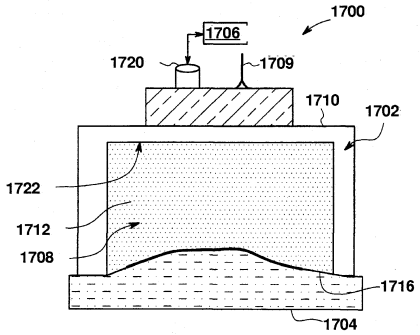


FIG. 20

【図２１】

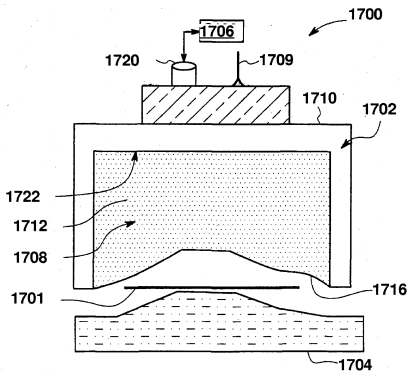


FIG. 21

【図２２】

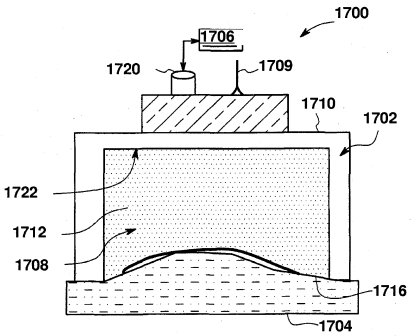


FIG. 22

【図２３】

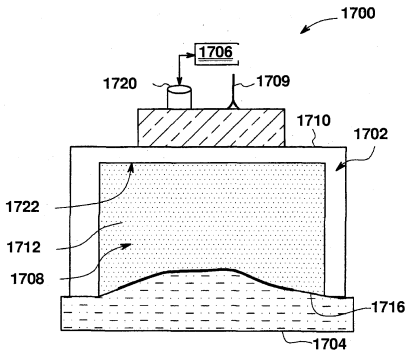


FIG. 23

【外国語明細書】
20220198820000025.pdf

フロントページの続き

(72)発明者　ヨンクー・ジェオン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９－１０２７、ニスカユナ、リサーチサークル、１
(72)発明者　ジェームズ・デュバル・ボラッカー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９－１０２７、ニスカユナ、リサーチサークル、１
(72)発明者　シャティル・シンハ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ビルディング・ケー１－３エー５９、リサーチサークル、１、ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ・グローバル・リサーチ