

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6987652号  
(P6987652)

(45) 発行日 令和4年1月5日(2022.1.5)

(24) 登録日 令和3年12月3日(2021.12.3)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 9 C 43/32</b> (2006.01)	B 2 9 C 43/32
<b>B 2 9 C 43/10</b> (2006.01)	B 2 9 C 43/10
<b>B 2 9 C 70/16</b> (2006.01)	B 2 9 C 70/16
<b>B 2 9 C 70/44</b> (2006.01)	B 2 9 C 70/44
<b>B 2 9 K 105/08</b> (2006.01)	B 2 9 K 105:08

請求項の数 14 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-9369 (P2018-9369)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成30年1月24日 (2018.1.24)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2018-154119 (P2018-154119A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成30年10月4日 (2018.10.4)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	令和3年1月13日 (2021.1.13)		番
(31) 優先権主張番号	15/426, 784	(74) 代理人	100188558
(32) 優先日	平成29年2月7日 (2017.2.7)		弁理士 飯田 雅人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100154922
			弁理士 崔 允辰
		(74) 代理人	100207158
			弁理士 田中 研二
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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) であって、

外部フレーム (614) と、

前記外部フレーム (614) 内に配置されたアプリケータケーシング (610) であって、

第1の膜 (616) と、

前記第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ケーシング (610) と、

前記アプリケータケーシング (610) 内に配置されたアプリケータ (612) であって、

第2の膜 (622) と、

前記第2の膜 (622) 内に配置された第2のジャミング材料 (624) と

を含むアプリケータ (612) と

を含むアプリケータアセンブリ (602) 。

【請求項 2】

前記アプリケータケーシング (610) は、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、前記受け取り面 (608) は、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アセンブリ (602) 。

## 【請求項 3】

前記アプリケーションケーシング(610)は、前記アプリケーションケーシング(612)の周りに部分的に延在するように構成される、請求項1に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

## 【請求項 4】

前記アプリケーションケーシング(612)および前記アプリケーションケーシング(610)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、請求項1に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

## 【請求項 5】

前記アプリケーションケーシング(610)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、前記アプリケーションケーシング(612)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、請求項1に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

10

## 【請求項 6】

前記アプリケーションケーシング(612)および前記アプリケーションケーシング(610)の少なくとも一方は、加熱されるように構成される、請求項1に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

## 【請求項 7】

前記アプリケーションケーシングアセンブリ(602)は、前記アプリケーションケーシングアセンブリ(602)の動きを制御するように構成された移動機構(609)に結合される、請求項1に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

20

## 【請求項 8】

前記移動機構(609)は、前記アプリケーションケーシングアセンブリ(602)を介して力を加えるように構成される、請求項7に記載のアプリケーションケーシングアセンブリ(602)。

## 【請求項 9】

複合構造体(601)に圧力を加えるためのアプリケーションケーシングシステム(600)であって、  
複合構造体(601)を受け取るための受け取り面(608)を有する成形ツール(604)と、  
空気ポンプ(606)と、  
前記空気ポンプ(606)に結合され、かつ前記受け取り面(608)上の前記複合構造体(601)をプレスするように構成されたアプリケーションケーシングアセンブリ(602)であって、  
外部フレーム(614)と、  
前記外部フレーム(614)内に配置されたアプリケーションケーシング(610)であって、

30

第1の膜(616)と、  
前記第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ションケーシング(610)と、  
前記アプリケーションケーシング(610)内に配置されたアプリケーションケーシング(612)であって、

40

第2の膜(622)と、  
前記第2の膜(622)内に配置された第2のジャミング材料(624)とを含むアプリケーションケーシング(612)と  
を含むアプリケーションケーシングアセンブリ(602)と  
を含むアプリケーションケーシングシステム(600)。

## 【請求項 10】

前記アプリケーションケーシング(610)は、前記成形ツール(604)の受け取り面(608)に適合するように構成され、前記受け取り面(608)は、少なくとも1つの非平面形状を有する、請求項9に記載のアプリケーションケーシングシステム(600)。

## 【請求項 11】

50

前記アプリケーションケーシング(610)は、前記アプリケーションケーシング(612)の周りに部分的に延在するように構成される、請求項9に記載のアプリケーションシステム(600)。

【請求項12】

前記アプリケーションケーシング(612)および前記アプリケーションケーシング(610)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、請求項9に記載のアプリケーションシステム(600)。

【請求項13】

前記アプリケーションケーシング(610)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、前記アプリケーションケーシング(612)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、請求項9に記載のアプリケーションシステム(600)。

10

【請求項14】

前記アプリケーションケーシング(612)および前記アプリケーションケーシング(610)の少なくとも一方は、加熱されるように構成される、請求項9に記載のアプリケーションシステム(600)。

【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ションシステムに関し、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ションを含むアプリケーションシステムに関する。

20

【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ションシステム)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「ブレイ」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ションシステムは、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。

30

【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】

40

【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ションアセンブリが提供される。アプリケーションアセンブリは、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ションケーシングと、アプリケーションケーシング内に実質的に配置されたアプリケーションとを含む。アプリケーションケーシングは、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。アプリケーションは、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ションシステムが提供される。アプリケーションシステムは、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

50

、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ションアセンブリとを含む。アプリケーションアセンブリは、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ションケーシングと、アプリケーションケーシング内に実質的に配置されたアプリケーションとを含む。アプリケーションケーシングは、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。アプリケーションは、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ションアセンブリが提供される。アプリケーションアセンブリは、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ションとを含む。アプリケーションは、膜と、膜内に配置されたジャミング材料とを含む。アプリケーションは、アプリケーション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。

10

【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ションシステムの断面図である。

20

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

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

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

【図5】図1に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーション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ションシステムの断面図である。

30

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

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

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

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

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

40

【図12】図6に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第2の例示的な動作を示す。

【図13】図6に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第3の例示的な動作を示す。

【図14】図6に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第3の例示的な動作を示す。

【図15】図6に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第3の例示的な動作を示す。

【図16】図6に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第

50

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ションシステムの断面図である。

【図18】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第1の例示的な動作を示す。

【図19】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第1の例示的な動作を示す。

【図20】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第1の例示的な動作を示す。

【図21】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第2の例示的な動作を示す。

【図22】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第2の例示的な動作を示す。

【図23】図17に示すアプリケーションシステムの断面図であり、アプリケーションシステムの第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ションシステムに関する。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ションを含むアプリケーションシステムに関し、このアプリケーションは、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、アプリケーション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、

10

20

30

40

50

アプリケーションを加圧して、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、アプリケーション、アプリケーションフレーム、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、アプリケーションまたはアプリケーション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、アプリケーションまたはアプリケーションフレーム内に配置されたジャミング材料を通して循環してもよい。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、アプリケーションの膜および/またはアプリケーションケーシングの膜）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して循環される熱は、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。

10

【0017】

本明細書で使用されるように、アプリケーションまたはアプリケーション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、空気がアプリケーションまたはアプリケーションケーシングから抜き取られるときに「ジャミング」され、アプリケーションまたはアプリケーション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、アプリケーションまたはアプリケーションケーシングなどの構造体は、アプリケーションまたはアプリケーション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、アプリケーションまたはアプリケーションケーシングは剛性または半剛性になる。

20

【0019】

本明細書で使用するように、アプリケーションまたはアプリケーションケーシングなどの構造体は、アプリケーションまたはアプリケーション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ションまたはアプリケーション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、アプリケーションまたはアプリケーション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、アプリケーションまたはアプリケーション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】

様々なアプリケーション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ション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ション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、各アプリケーション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。

30

【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ションシステム100の断面図である。アプリケーションシステム100は、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションシステム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。

40

【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

50

ムにプレスされる受け取り面 110 を含む。

【0023】

アプリケーションアセンブリ 102 は、アプリケーション 108 および外部フレーム 116 を含む。アプリケーション 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。

10

【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。

20

【0027】

図 2 ~ 図 4 は、アプリケーションシステム 100 の一連の断面図であり、アプリケーションシステム 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ション 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、アプリケーション 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 内を移動して流ることができる。

30

【0028】

図 3 を参照して示すように、アプリケーションアセンブリ 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、アプリケーションアセンブリ 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。アプリケーションアセンブリ 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、アプリケーション 108 が成形ツール 104 の受け取り面 110 の形状をとる。

40

【0029】

図 4 を参照すると、アプリケーション 108 のキャビティ 118 から空気が汲み出され、アプリケーション 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、アプリケーション 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、アプリケーションアセンブリ 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 がアプリケーション 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

50

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、アプリケーション108は、正圧下で加圧され、アプリケーション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ションシステム600の断面図である。アプリケーションシステム600は、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションシステム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。

10

【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】

アプリケーションアセンブリ602は、アプリケーションケーシング610と、アプリケーション612と、外部フレーム614とを含む。アプリケーションケーシング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。

20

【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】

アプリケーション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。

30

【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。

40

【0037】

外部フレーム614は、アプリケーションケーシング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、アプリケーションケーシング610は、実質的にn字形であり、アプリケーションケーシング610の第1の膜616は、アプリケーション612を受け入れまたは

50

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、アプリケーション612は、アプリケーション610のポケット630内に少なくとも部分的に配置される。アプリケーション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、アプリケーション610内に結合される。

#### 【0039】

真空ポート628はアプリケーション610と流体連通しており、空気ポンプ606は、アプリケーション610から空気を抜き出してアプリケーション610をジャミングし、またアプリケーション610内に空気を圧送してアプリケーション610に加圧することができる。同様に、真空ポート628はアプリケーション612と流体連通しており、空気ポンプ606は、アプリケーション612から空気を抜き出してアプリケーション612をジャミングし、またアプリケーション612内に空気を圧送してアプリケーション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、アプリケーション610およびアプリケーション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、アプリケーション610およびアプリケーション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、アプリケーション610およびアプリケーション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。

10

#### 【0040】

さらに、アプリケーション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、アプリケーション612がアプリケーション610内で加圧されたときにアプリケーション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。

20

#### 【0041】

図7~図9は、アプリケーションシステム600の一連の断面図であり、アプリケーションシステム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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーション610とアプリケーション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。

30

#### 【0042】

図8を参照すると、アプリケーション612が成形ツール604の構造体601と接触すると、アプリケーション612がジャミングされ、および/またはアプリケーション610がジャミングされ得る。さらに、図示するように、アプリケーション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。

40

#### 【0043】

図9を参照して示すように、アプリケーション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、アプリケーション612内に空気が圧送されてアプリケーション612に加圧する。アプリケーション612が加圧されると、アプリケーション612の第2の膜622は、アプリケーション610の第1の膜616に対して圧力を加える。この構成では、アプリケーション612は、アプリケーション610内に収容され、アプリケーション610がジャミングさ

50

れて、アプリケーション612がジャミングされたアプリケーション610内に支持され、圧力下で破裂しないようになる。加えて、アプリケーション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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションシステム600（図6に示す）の一連の断面図であり、アプリケーションシステム600の第2の例示的な動作を示す。第2の例示的な動作は、アプリケーション610およびアプリケーション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、アプリケーション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ション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。

10

#### 【0045】

図13～図16は、アプリケーションシステム600（図6に示す）の一連の断面図であり、アプリケーションシステム600の第3の例示的な動作を示す。第3の例示的な動作は、アプリケーション610およびアプリケーション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、アプリケーション610は、ジャミングされたアプリケーション612の上で加圧され、アプリケーション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ション610内でアプリケーション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。

20

#### 【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ションシステム1700の断面図である。アプリケーションシステム1700はアプリケーションシステム600と実質的に同様であるが、アプリケーションシステム1700はアプリケーション610を含まない。したがって、図示するように、アプリケーションシステム1700は、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーションシステム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。

30

#### 【0047】

例示的な実施形態では、アプリケーションアセンブリ1702は、アプリケーション1708および外部フレーム1710を含む。アプリケーション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。

40

#### 【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。

50

## 【0049】

外部フレーム1710は、アプリケーション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はアプリケーション1708と流体連通しており、空気ポンプ1706はアプリケーション1708から空気を抜き出してアプリケーション1708をジャミングし、またアプリケーション1708内に空気を圧送してアプリケーション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、アプリケーション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、アプリケーション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、アプリケーション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、アプリケーションシステム1700の一連の断面図であり、アプリケーションシステム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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーション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、アプリケーション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、アプリケーションシステム1700の一連の断面図であり、アプリケーションシステム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、アプリケーションアセンブリ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、アプリケーション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、アプリケーション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、アプリケーション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ションを含むアプリケーションシステムに関し、このアプリケーションは、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、アプリケーション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、アプリケーションを加圧して、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ションシステムの例示的な技術的效果は、例えば、(a)ジャミングされたアプリケーション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ションと成形ツールとの間で構造体を成形すること、(c)アプリケーションが、アンジャミングされ、かつ/または加圧されたアプリケーション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ション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)アプリケーション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

10

20

30

40

50

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。

10

【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る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。

20

[実施態様1]

複合構造体(101, 601, 1701)に圧力を加えるためのアプリケータアセンブリ(102, 602, 1702)であって、

外部フレーム(116, 614, 1710)と、

前記外部フレーム(116, 614, 1710)内に実質的に配置されたアプリケータケーシング(610)であって、

30

第1の膜(616)と、

前記第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ケーシング(610)と、

前記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(108, 612, 1708)であって、

第2の膜(622)と、

前記第2の膜(622)内に配置された第2のジャミング材料(624)と

を含むアプリケータ(108, 612, 1708)と

を含むアプリケータアセンブリ(102, 602, 1702)。

40

[実施態様2]

前記アプリケータケーシング(610)は、成形ツール(104, 604, 1704)の受け取り面(110, 608)に適合するように構成され、前記受け取り面(110, 608)は、少なくとも1つの非平面形状を有する、実施態様1に記載のアプリケータアセンブリ(102, 602, 1702)。

[実施態様3]

前記アプリケータケーシング(610)は、前記アプリケータ(108, 612, 1708)の周りに部分的に延在するように構成される、実施態様1に記載のアプリケータアセンブリ(102, 602, 1702)。

[実施態様4]

前記アプリケータ(108, 612, 1708)および前記アプリケータケーシング(

50

610)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、実施態様1に記載のアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)。

[実施態様5]

前記アプリケーションケーシング(610)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、前記アプリケーション(108, 612, 1708)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、実施態様1に記載のアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)。

[実施態様6]

前記アプリケーション(108, 612, 1708)および前記アプリケーションケーシング(610)の少なくとも一方は、加熱されるように構成される、実施態様1に記載のアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)。

10

[実施態様7]

前記アプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)は、前記アプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)の動きを制御するように構成された移動機構(109, 609, 1709)に結合される、実施態様1に記載のアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)。

[実施態様8]

前記移動機構(109, 609, 1709)は、前記アプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)を介して力を加えるように構成される、実施態様7に記載のアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)。

20

[実施態様9]

複合構造体(101, 601, 1701)に圧力を加えるためのアプリケーションシステム(100, 600, 1700)であって、

複合構造体(101, 601, 1701)を受け取るための受け取り面(110, 608)を有する成形ツール(104, 604, 1704)と、

空気ポンプ(106, 606, 1706)と、

前記空気ポンプ(106, 606, 1706)に結合され、かつ前記受け取り面(110, 608)上の前記複合構造体(101, 601, 1701)をプレスするように構成されたアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)であって、

30

外部フレーム(116, 614, 1710)と、

前記外部フレーム(116, 614, 1710)内に実質的に配置されたアプリケーションケーシング(610)であって、

第1の膜(616)と、

前記第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ションケーシング(610)と、

前記アプリケーションケーシング(610)内に実質的に配置されたアプリケーション(108, 612, 1708)であって、

第2の膜(622)と、

前記第2の膜(622)内に配置された第2のジャミング材料(624)と

40

を含むアプリケーション(108, 612, 1708)と

を含むアプリケーションアセンブリ(102, 602, 1702)と

を含むアプリケーションシステム(100, 600, 1700)。

[実施態様10]

前記アプリケーションケーシング(610)は、前記成形ツール(104, 604, 1704)の受け取り面(110, 608)に適合するように構成され、前記受け取り面(110, 608)は、少なくとも1つの非平面形状を有する、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100, 600, 1700)。

[実施態様11]

前記アプリケーションケーシング(610)は、前記アプリケーション(108, 612, 17

50

08)の周りに部分的に延在するように構成される、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

[実施態様12]

前記アプリケーション(108,612,1708)および前記アプリケーションケーシング(610)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、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

[実施態様13]

前記アプリケーションケーシング(610)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、前記アプリケーション(108,612,1708)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、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

10

[実施態様14]

前記アプリケーション(108,612,1708)および前記アプリケーションケーシング(610)の少なくとも一方は、加熱されるように構成される、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

[実施態様15]

前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)は、前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)の動きを制御するように構成された移動機構(109,609,1709)に結合される、実施態様9に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

20

[実施態様16]

前記移動機構(109,609,1709)は、前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)を介して力を加えるように構成される、実施態様15に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

[実施態様17]

複合構造体(101,601,1701)に圧力を加えるためのアプリケーションアセンブリ(102,602,1702)であって、

外部フレーム(116,614,1710)と、

前記外部フレーム(116,614,1710)内に実質的に配置されたアプリケーション(108,612,1708)とを含み、前記アプリケーション(108,612,1708)は、

30

膜と、

前記膜内に配置されたジャミング材料(114,1714)とを含み、前記アプリケーション(108,612,1708)は、前記アプリケーション(108,612,1708)に対向して配置されたツールの受け取り面(110,608)上の複合構造体(101,601,1701)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、

アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)。

[実施態様18]

40

前記アプリケーション(108,612,1708)は、加熱されるように構成される、実施態様17に記載のアプリケーションアセンブリ(102,602,1702)。

[実施態様19]

前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)は、前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)の動きを制御するように構成された移動機構(109,609,1709)に結合される、実施態様17に記載のアプリケーションアセンブリ(102,602,1702)。

[実施態様20]

前記移動機構(109,609,1709)は、前記アプリケーションアセンブリ(102,602,1702)を介して力を加えるように構成される、実施態様19に記載のアプリケーションシステム(100,600,1700)。

50

リケータアセンブリ(102, 602, 1702)。

【符号の説明】

【0058】

100	アプリケーションシステム	
101	構造体	
102	アプリケーションアセンブリ	
104	成形ツール	
106	空気ポンプ	
108	アプリケーション	
109	移動機構	10
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	アプリケーションシステム	
601	構造体	
602	アプリケーションアセンブリ	20
604	成形ツール	
606	空気ポンプ	
608	受け取り面	
609	移動機構	
610	アプリケーションケーシング	
612	アプリケーション	
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	30
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	アプリケーションシステム	
1701	構造体	40
1702	アプリケーションアセンブリ	
1704	成形ツール	
1706	空気ポンプ	
1708	アプリケーション	
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	50

1 7 2 0 真空ポート  
1 7 2 2 凹部

【図1】

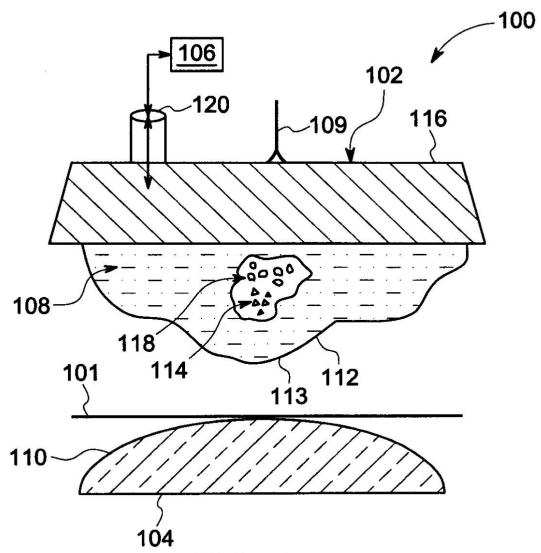


FIG. 1

【図2】

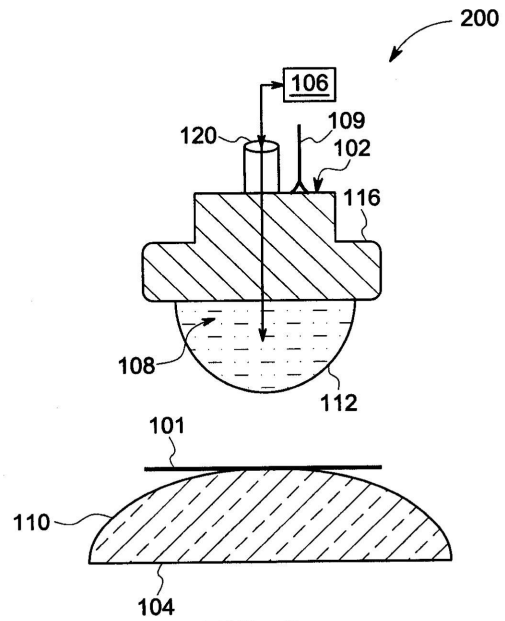


FIG. 2

【 図 3 】

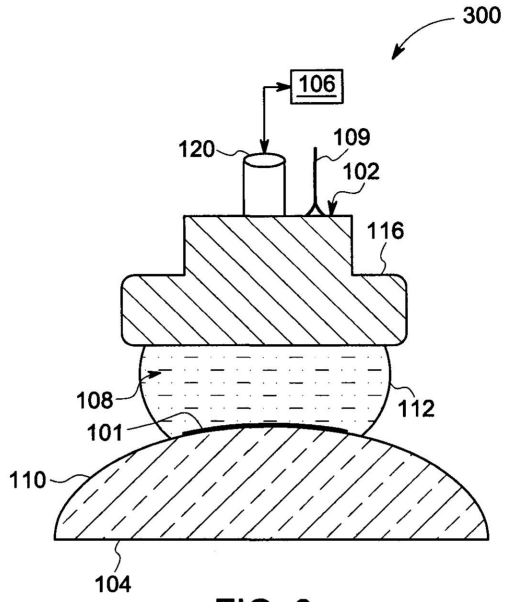


FIG. 3

【 図 4 】

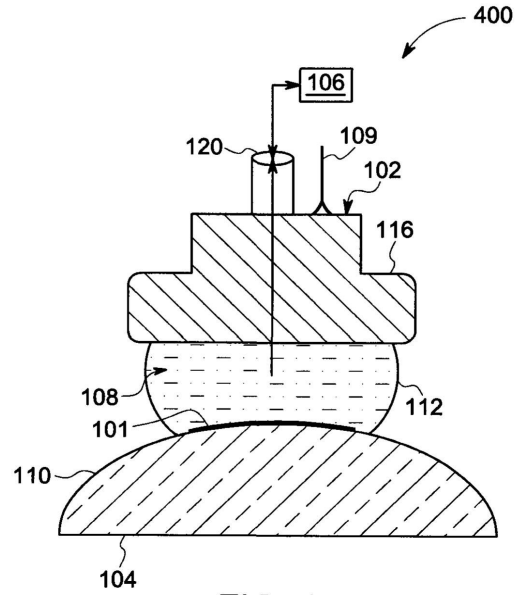


FIG. 4

【 図 5 】

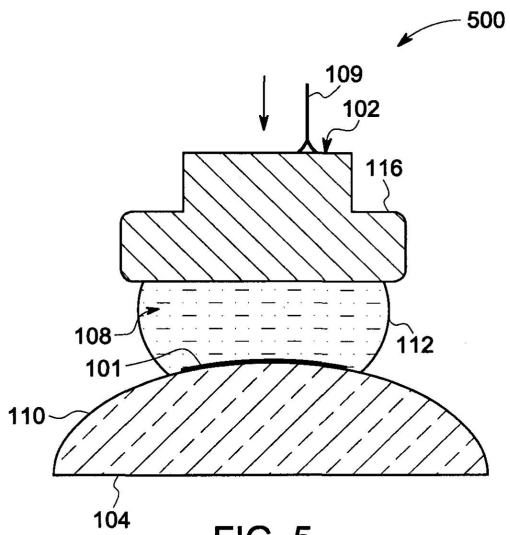


FIG. 5

【 図 6 】

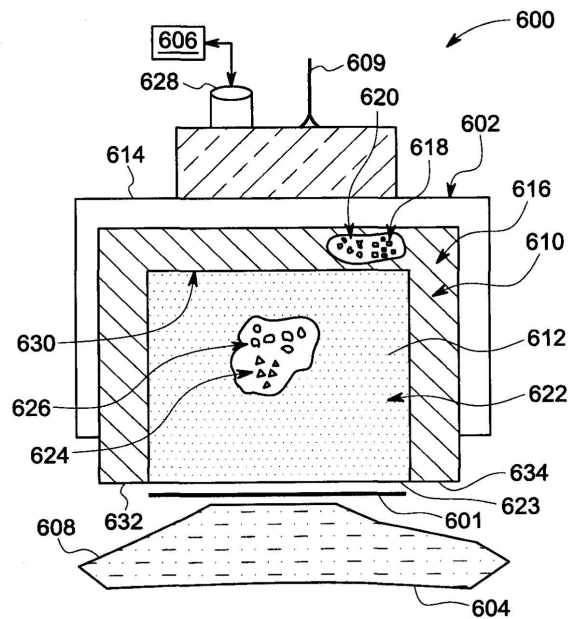


FIG. 6

【 図 7 】

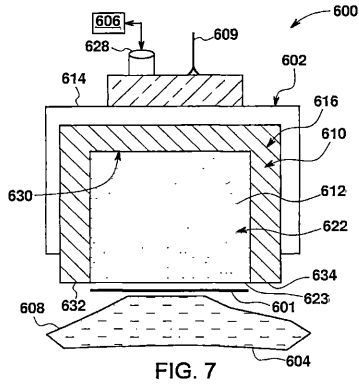


FIG. 7

【 図 9 】

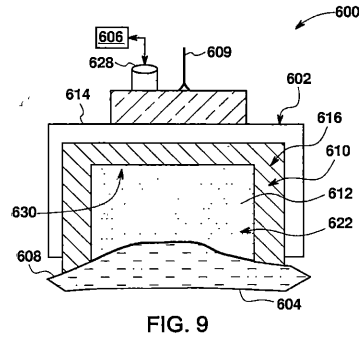


FIG. 9

【 図 10 】

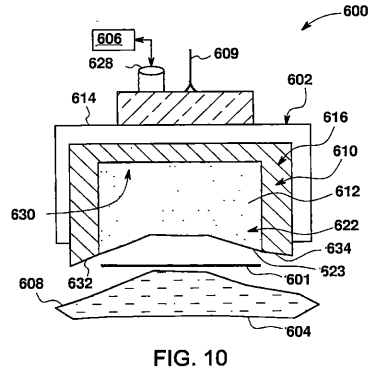


FIG. 10

【 図 8 】

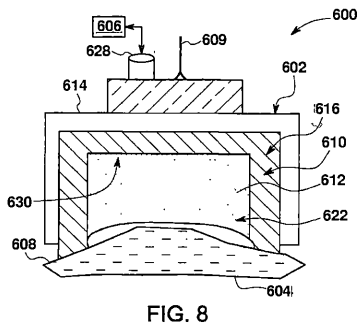


FIG. 8

【 図 11 】

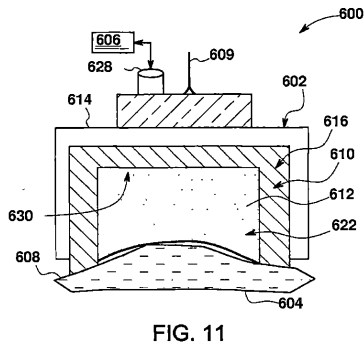


FIG. 11

【 図 13 】

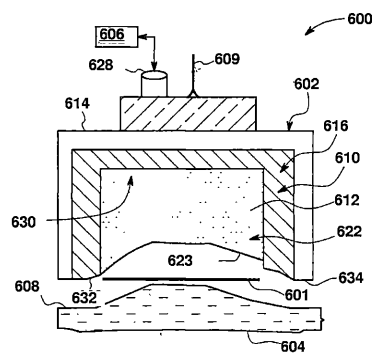


FIG. 13

【 図 12 】

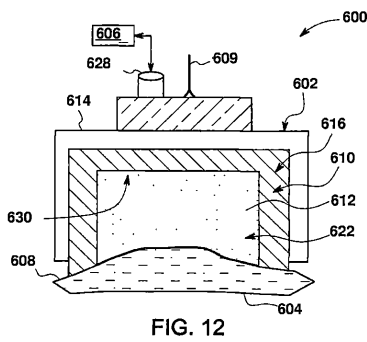


FIG. 12

【 図 14 】

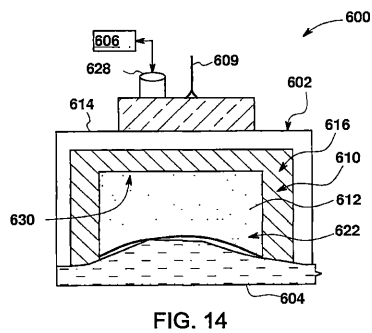


FIG. 14

【 図 1 5 】

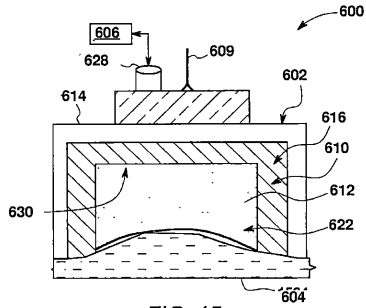


FIG. 15

【 図 1 6 】

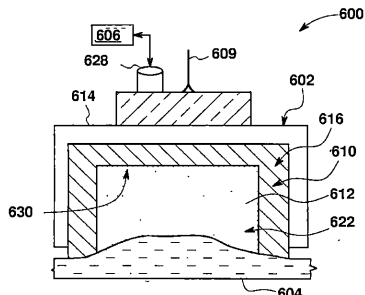


FIG. 16

【 図 1 7 】

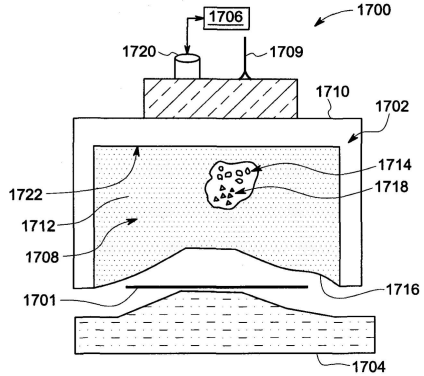


FIG. 17

【 図 1 8 】

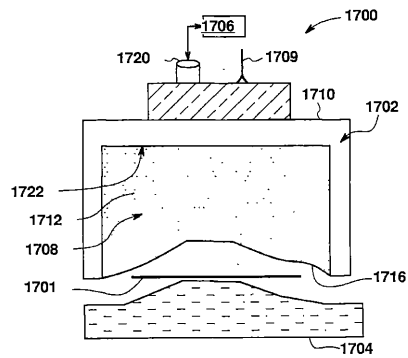


FIG. 18

【 図 1 9 】

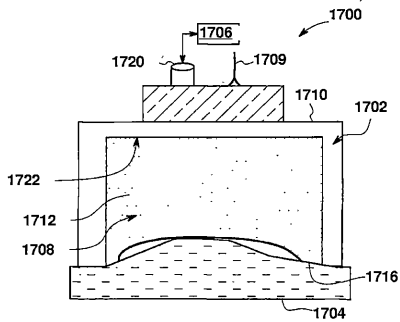


FIG. 19

【 図 2 1 】

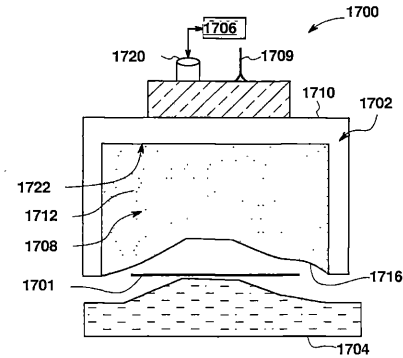


FIG. 21

【 図 2 0 】

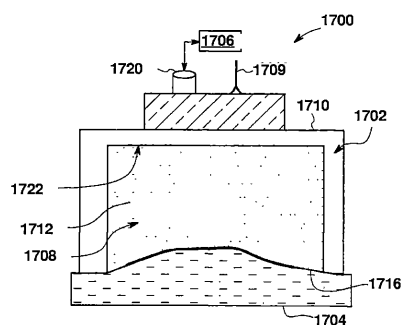


FIG. 20

【 図 2 2 】

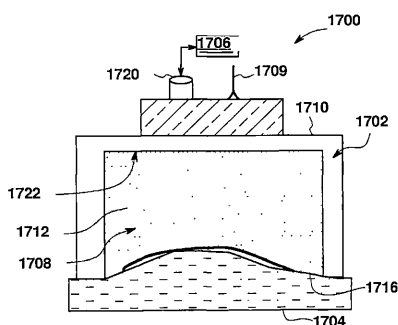


FIG. 22

【 2 3 】

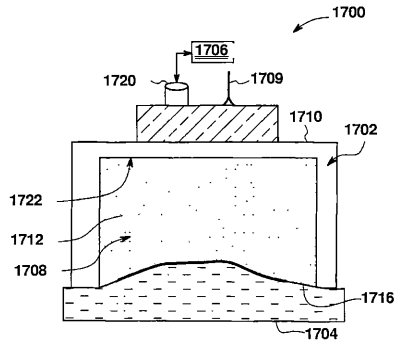


FIG. 23

## フロントページの続き

- (74)代理人 100113974  
弁理士 田中 拓人
- (72)発明者 マシュー・ハーバー・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
- (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・カンパニー・グローバル・リサーチ

審査官 関口 貴夫

- (56)参考文献 特開2003-071864(JP, A)  
米国特許出願公開第2009/0309268(US, A1)  
米国特許出願公開第2012/0280421(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B29C 43/00-43/58  
B29C 70/00-70/88