

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6314154号
(P6314154)

(45) 発行日 平成30年4月18日 (2018. 4. 18)

(24) 登録日 平成30年3月30日 (2018. 3. 30)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/683 (2006. 01)

H O 1 L 21/68

N

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-550846 (P2015-550846)
 (86) (22) 出願日 平成25年12月30日 (2013. 12. 30)
 (65) 公表番号 特表2016-503238 (P2016-503238A)
 (43) 公表日 平成28年2月1日 (2016. 2. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/078329
 (87) 国際公開番号 W02014/106190
 (87) 国際公開日 平成26年7月3日 (2014. 7. 3)
 審査請求日 平成29年1月4日 (2017. 1. 4)
 (31) 優先権主張番号 61/747, 613
 (32) 優先日 平成24年12月31日 (2012. 12. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/788, 744
 (32) 優先日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 514165336
 サンエディソン・セミコンダクター・リミ
 テッド
 Sun Edison Semicondu
 ctor Limited
 シンガポール049910シンガポール、
 バッテリー・ロード9番、ストレイツ・ト
 レーディング・ビルディング、ナンバー1
 5-01
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100112911
 弁理士 中野 晴夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板に応力を加える装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板に応力を加えるための装置であって、この基板は、表面、裏面、および周縁を有する装置を有し、この装置は、

チャンバと、

チャンバを加熱するためのヒータと、

チャンバ中に配置された基板ホルダーであって、このホルダーは、

表リングと、

裏リングと、

表リングと裏リングとを保持するためのクランプとを含み、

それぞれのリングは、基板の周縁近傍で基板に接触するための環状のサポートを含み、表リングは表面に接触するように取り付けられ、裏リングは基板の裏面に接するよう
 に取り付けられた基板ホルダーと、を含み、

リングとクランプは、基板とは異なる熱膨張係数を有する材料から形成され、リングとクランプの加熱により、基板を半径方向に引っ張りまたは半径方向に圧縮し、基板に応力が加えられることを特徴とする装置。

【請求項 2】

リングとクランプは、基板より大きな速度で膨張する材料から形成され、基板とリングとクランプに与えられた熱により、半径方向に基板が引っ張られることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

リングとクランプは、基板より小さい速度で膨張する材料から形成され、基板とリングとクランプに与えられた熱により、半径方向に基板が圧縮されることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

ほぼ円形の半導体基板に応力を加えるための装置であって、基板は、中心軸と、中心軸とほぼ直交する表面および裏面と、表面から裏面に延びる周縁と、周縁の近傍で裏面の中にある周囲の溝とを有し、この装置は、

チャンバと、

チャンバを加熱するためのヒータと、

チャンバ中に配置された基板ホルダーであって、

基板の裏面中の溝の中に受け入れられる大きさの環状のボス（リング）を有するほぼ平坦な裏サポートと、

基板上に応力を加えるように移動可能なボスとを含む基板ホルダーと、を含むことを特徴とする装置。

【請求項 5】

裏サポートは、基板より大きな速度で膨張する材料から形成され、基板とサポートに与えられた熱により、基板が引っ張られることを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

裏サポートは、基板より小さい速度で膨張する材料から形成され、基板とサポートに与えられた熱により、基板が圧縮されることを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

更に、基板の表面に隣接して配置された表サポートを含むことを特徴とする請求項 4 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

基板は、表面の中に周囲の溝を含み、表サポートは、溝中に受け入れられる環状のボスを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

表サポートは、基板より大きな速度で膨張する材料から形成され、基板とサポートに与えられた熱により、基板が引っ張られることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

表サポートは、基板より小さい速度で膨張する材料から形成され、基板とサポートに与えられた熱により、基板が圧縮されることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 11】

更に、基板の上に応力を加えるのに十分な、基板を横切る差圧を形成するための圧力変調器を含み、

基板ホルダーは、更に、

表リングおよび裏リングを含み、

それぞれのリングは、基板の周縁に隣接した個別の半径方向の位置で、基板に接触するための環状のサポートを含み、表リングは表面に接触するように取り付けられ、裏リングは基板の裏面に接するように取り付けられたことを特徴とする請求項 4 ~ 10 のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

表リングと裏リングは、基板にシールを形成するように取り付けられ、基板を横切る差圧の形成を容易にすることを特徴とする請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

環状のサポートは、実質的にシールされたキャビティと単体のベントを含み、このサポートは、基板の表面の 1 つに接触するように取り付けられて、それとの間でシールを形成し、ベントは、基板上に応力を加えるために、キャビティを通して真空に引けることを特徴とする請求項 11 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

基板と組み合わせて、基板は周縁に隣接して配置されたコーティングを含むことを特徴とする請求項 4 ~ 13 のいずれかに記載の装置。

【請求項 15】

チャンバは、エピタキシャル層を形成するためのエピタキシャルチャンバであることを特徴とする請求項 4 ~ 14 のいずれかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】**【関連出願の相互参照】****【0001】**

本出願は、2012年12月31日に出願した米国仮出願 61/747,613、2013年3月15日に出願した米国仮出願 61/793,999、2013年3月15日に出願した米国仮出願 61/790,445、および2013年3月15日に出願した米国仮出願 61/788,744の利益を享受し、これらのそれぞれは、参照することによりここに援用される。

10

【技術分野】**【0002】**

本開示は、一般に半導体基板に応力を加えるための装置に関する。

【背景技術】**【0003】**

半導体構造に応力を加えるために使用される装置が常に必要とされている。

20

【発明の概要】**【0004】**

本開示の1つの形態は、半導体基板を曲げるための装置に関する。基板は、ほぼ平坦な位置と曲げ位置とを有する。装置は、チャンバと、チャンバを加熱するためのヒータとを含む。基板ホルダーはチャンバ中に載置される。ホルダーは複数の間隔をおいた細長いピンを含む。それぞれのピンは、基板に接触するためのサポート面を有する。サポート面は、曲げ位置で基板に接触するために配置される。

【0005】

他の形態では、半導体基板を曲げるための装置は、チャンバ、チャンバを加熱するためのヒータ、基板の上に応力を働かせるのに十分な基板を横切る差圧を形成する圧力変調器、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。基板は、表面、裏面、周縁を有する。基板ホルダーは、表リングと裏リングとを有する。それぞれのリングは、基板の周縁に隣接する基板と接触するために環状サポートを含む。表リングは、表面に接触するように取り付けられ、裏リングは、基板の裏面に接触するように取り付けられる。

30

【0006】

半導体基板に応力を加えるための装置の更なる形態では、装置は、チャンバ、チャンバを加熱するためのヒータ、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。基板ホルダーは、表リング、裏リング、および表リングと裏リングとを保持するためのクランプを有する。それぞれのリングは基板周縁近傍の基板と接触するための環状サポートを含む。表リングは、表面に接触するように取り付けられ、裏リングは、基板の裏面に接触するように取り付けられる。

40

【0007】

本開示の他の形態は、おおよそ円形の半導体基板に応力を加える装置に関する。基板は中心軸、中心軸とほぼ直交する表面および裏面、表面から裏面に延びる周縁、および周縁近傍の裏面中の周囲の溝を有する。装置は、チャンバ、チャンバを加熱するためのヒータ、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。ホルダーは、基板の裏面中の溝に受けられるような大きさの環状のボス (boss) を有するおおむね平坦な裏サポートを含む。ボスは、基板に応力を加えるために可動である。

【0008】

更なる形態では、おおよそ円形の半導体基板に応力を加えるための装置は、チャンバ、

50

チャンバを加熱するためのヒータ、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。基板は中心軸と、中心軸にほぼ直交する表面および裏面とを有する。周縁は、表面から裏面に延びる。基板は、周縁に隣接する裏面に接合されたリングを含む。基板ホルダーは、基板の裏面上のリングと噛み合うように取り付けられたフランジを有するほぼ平坦な裏サポートを含む。

【 0 0 0 9 】

更に、半導体基板を曲げるための装置は、チャンバ、チャンバを加熱するためのヒータ、基板の上に応力を働かせるのに十分な基板を横切る差圧を形成する圧力変調器、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。基板は、表面、裏面、周縁を有する。基板は、ほぼ平坦な位置と、曲げ位置との間で移動可能である。基板ホルダーは、そこを通る複数の孔を有する凹形状のサポートを含む。圧力変調器は、孔を真空に引いて、これにより、凹形状のサポートに基板を引っ張る。

10

【 0 0 1 0 】

更に、本開示の形態は、半導体基板に応力を加える装置に関する。基板は、中心軸と、中心軸にほぼ直交する表面および裏面とを有する。周縁は、表面から裏面に延びる。装置は、チャンバ、チャンバを加熱するためのヒータ、およびチャンバに搭載された基板ホルダーを含む。ホルダーは、ほぼ平坦な裏サポートと、基板を受けて圧縮するためのプレスを含む。プレスは、その周縁で半径方向に中心軸に向かっておおむね均一に圧縮するように取り付けられる。

【 0 0 1 1 】

20

上述の本開示の形態に関連して記載された特長には、様々な改良が存在する。更に、特長は、同様に上述の本開示の形態に組み合わせても良い。それらの改良および追加の特長は、独立してまたは組み合わせで存在しても良い。例えば、本開示の示された具体例のいずれかに関して以下で検討された様々な特長は、単独または組み合わせで、上述の本開示の形態にいずれかに組み込まれても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本開示の 1 つの具体例にかかる半導体基板を処理するための装置の斜視図である。

【図 2】明確化のためにチャンバの一部が除去された図 1 の装置の斜視図である。

30

【図 3】本開示の 1 つの具体例の基板ホルダーの断面図である。

【図 4】図 3 の基板ホルダーの斜視図である。

【図 5】本開示の第 2 の具体例の基板ホルダーの断面図である。

【図 6】図 5 の基板ホルダー中で使用される管状ピンの斜視図である。

【図 7】半導体基板に応力を加えるための装置の第 2 の具体例の断面図である。

【図 8】図 7 に示される装置の基板ホルダーの部分断面図である。

【図 9】基板の周縁上のコーティングを示す基板ホルダーの部分断面図である。

【図 10】半導体基板に圧力を加えるための装置の第 3 の具体例の断面図である。

【図 11】図 10 に示された装置の基板ホルダーの部分断面図である。

【図 12】ホルダーに適用される基板と上部リングの動きを矢印で表す基板ホルダーの部分断面図である。

40

【図 13】半導体基板に圧力を加えるための装置の第 4 の具体例の部分断面図である。

【図 14】半導体基板に圧力を加えるための装置の第 5 の具体例の部分断面図である。

【図 15】半導体基板に圧力を加えるための装置の第 6 の具体例の部分断面図である。

【図 16】図 15 に示される装置の基板ホルダーの断面図である。

【図 17】装置の断面図である。

【図 18】基板の引き延ばしを矢印で表す図 18 の基板ホルダーの断面図である。

【図 19】基板ホルダーの第 3 の具体例の部分断面図である。

【図 20】図 19 の基板サポートを有する装置の部分断面図である。

【図 21】図 19 の基板ホルダーの部分断面図である。

50

【図 2 2】基板ホルダーの第 4 の具体例の部分断面図である。

【図 2 3】図 2 2 の基板サポートを有する装置の部分断面図である。

【図 2 4】表と裏のサポートの適用方向を矢印で表す図 2 3 の基板ホルダーの断面図である。

【図 2 5】基板ホルダーの第 5 の具体例の断面図である。

【図 2 6】基板ホルダーの第 6 の具体例の断面図である。

【図 2 7】基板ホルダーの第 7 の具体例の断面図である。

【図 2 8】半導体基板に圧力を加えるための装置の第 7 の具体例の断面図である。

【図 2 9】基板ホルダーの第 8 の具体例の断面図である。

【図 3 0】基板ホルダーの第 1 0 の具体例の載置ブロックの底面図である。

10

【図 3 1】図 3 0 の基板ホルダーの断面図である。

【図 3 2】載置ブロックサポートに載置された基板ホルダーの断面図である。

【図 3 3】基板ホルダーとその上に挿入された基板を有する載置ブロックサポートの断面図である。

【図 3 4】基板ホルダーと、応力を加えた位置にある基板を有する載置ブロックサポートの断面図である。

【0013】

対応する参照符号は、図面を通して対応する部分を示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

20

本開示の形態は、シリコン基板（例えばウエハ）のような半導体基板に応力を加える装置を含む。図 1 ~ 2 を参照すると、装置 1 1 は、チャンバ 3 1、および半導体基板 4 9 を保持するための基板サポート 4 7 を有する基板ホルダー 2 0 を含んでも良い。記載された装置 1 1 は、1 つの基板を処理する装置であるが、ここに記載された装置および方法は、例えば複数の基板を処理する装置を含む他の装置での使用にも適している。

【0015】

装置は、基板に応力を加える「ストレッサ (stressor)」を含んでも良い。例えば、ストレッサまたはストレッサアセンブリは、1 またはそれ以上のヒータ 1 5 または圧力変調器 2 7 を含んでも良い。ヒータ 1 5 は、以下で述べるように、基板ホルダー（またはホルダーの一部）とは異なる速度で基板を延ばすことで、基板に応力を加えることができる。代わりにまたは追加で、ストレッサは、基板を横切って差圧を分け与える圧力変調器 2 7 でも良い。それらは、単に、ストレッサの可能な幾つかの例であり、他もこの開示の範囲内であると考えられる。

30

【0016】

装置 1 1 は、壁 3 3 により一部が規定された内部空間を有するチャンバ 3 1 を含む。チャンバ 3 1 の斜視図は、装置 1 1 をより良く示すために、チャンバ壁の一部が除去されて図 2 に示される。チャンバ 3 1 の内部空間の中に、半導体基板 4 9 を支持する基板ホルダー 2 0 がある。図 1 ~ 2 に示されたホルダー 2 0 はサセプタ 4 7 であるが、他のホルダー配置（例えば、管、リング、クランプ等）も考えられ、それらの幾つかはより全体が以下に述べられる。基板ホルダーは、図 1 ~ 2 では 2 0 で、図 3 ~ 3 4 では、2 0 プラス 1 0 0 の倍数（1 2 0、2 2 0、3 2 0 等）で示される。

40

【0017】

チャンバ 3 1 は、シャフト 9 または他の好適なサポートの上に載せられる。装置 1 1、例えばシャフト 9 は、好適な制御バルブおよび / または水力または空気力のラインまたは張力ケーブル等のような、ホルダーに、基板 4 9 を掴みおよび / または放させるデバイスを含んでも良い。チャンバ 3 1 は、本開示の範囲から離れることなく、ここで示した配置とは異なる配置を含んでも良い。

【0018】

基板ホルダーまたはホルダーの一部は、チャンバ 3 1 の上および下に配置された高強度の放射熱ランプのようなヒータ 1 5 により形成された放射熱光を吸収するために、ほぼ不

50

透明でも良い。ホルダーは、炭化シリコンで覆われた不透明なグラファイトから形成されても良い。チャンバ 31 の壁は、透明な材料から形成され、放射熱光をチャンバ中に通しても良い。例えば、チャンバ 31 の壁は、透明な水晶から形成されても良い。水晶は、赤外光や可視光に対してほぼ透明で、一般的なプロセス温度において化学的に安定である。

【0019】

例えば抵抗ヒータおよび誘導ヒータのような、高強度ランプ以外のヒータ 15 が、チャンバ 31 に熱を供給するために使用されても良い。追加または代わりに、本開示の範囲から離れることなく、ヒータ 15 はチャンバ 31 の内部空間中に含まれても良く、またはチャンバ壁と一体でも良い。換言すれば、ヒータは、いずれの好適なタイプ、大きさ、および形状でも良く、チャンバの内部または外部に配置されても良い。パイロメータのような赤外温度センサ（図示せず）がチャンバ 31 の上に載置され、ホルダーまたは基板により放出される赤外放射を受けることにより、ホルダー 20 または基板 49 の温度をモニタしても良い。システムコントローラ（図 1）は、例えばストレッサコントロール、ガス流速、およびチャンバの温度および圧力を含む、チャンバ 31 に関連する様々な操作パラメータを制御するために使用されても良い。図 1 ~ 2 に示される以外の装置やチャンバ設計は、本開示の範囲から離れることなく使用しても良い。

【0020】

所定の具体例では、装置 11 は半導体基板に応力を加えるのに適し、任意的に基板上にエピタキシャル層のような半導体材料を堆積するのに適した構造からなり、および / また構造を含んでも良い。そのような具体例では、半導体材料を含むプロセスガスは、ガスシリンダのようなプロセスガス源からガスマニフォールド（図示せず）およびチャンバ 31 の中へと、装置 11 の中に流れても良い。ガスは、プロセスの前、途中、または後に、チャンバに導入されても良い。ガスは、基板 49 に接触する前に加熱されても良い。半導体基板の表面上にエピタキシャル層を堆積するためのプロセスは、例えば、米国特許 5,789,309、米国特許 5,904,769、および米国特許 5,769,942 に記載されたような、公知の方法を含んでも良い。一般に、エピタキシャル層の成長は、化学気相堆積により達成される。一般的に言えば、化学気相堆積は、揮発性反応物を、キャリアガス（通常水素）を用いてチャンバ 31 内に導入することを含む。

【0021】

半導体基板に応力を加えるための基板ホルダーの様々な具体例がここに記載される。半導体基板に応力を加えるための、基板ホルダーおよびストレッサ（例えばヒータ、圧力変調器等）の幾つかの代わりの具体例が以下に示されるが、この開示の範囲内で、他のホルダーおよびストレッサが考えられる。なお、ホルダーおよびストレッサは、上述の装置 11 およびチャンバ 31 の一部として使用されても良く、またはチャンバを加熱するためのヒータと組み合わせて使用しても良い。

【0022】

図 3 ~ 4 を参照すると、基板ホルダー 20 は、半導体基板 49 を支持する、複数の、間隔をあけた細長いピン 22 を含んでも良い。ピン 22 は、載置ブロック 25 に取り付けられる。基板 49 に力が加えられ、基板を動かして（曲げて）、ピンに接触させても良い。ピン 22、またはその上方部分は、曲げ位置（即ち加圧位置）で基板 49 に接触するために配置された支持面を選択的に規定しても良い。

【0023】

ピン 22、またはその上方部分は、凹状パターンに配置され、十分な力が加えられた場合に、実質的に平坦な形状から基板が変形または曲がり、ピンの凹型配置に一致しても良い。この方法で変形させることで、基板 49 は応力が加えられる。

【0024】

他の具体例では、装置は図 1（および以下の図 7）に示すような圧力変調器を含み、基板に応力を加えるのに十分な基板を横切る差圧を形成する。他のストレッサは、他の具体例で使用されても良い。

【0025】

10

20

30

40

50

図５～６に示すように、ピン２２'は管状で、これにより液体のための管を形成する。いくつかの具体例では、ピン２２''は、真空に引くためのポンプのような圧力変調器２７に流体接続される。基板４９に与えられた真空は、引力により、基板をピンに向かって引っ張っても良い。例えば、ピンの凹形パターンによるピンと基板との間の距離のばらつきは、基板の部分に、異なる量の引力を与えても良い。異なる力は、半導体基板４９に与えられる応力となる。

【００２６】

ピン２２、２２'は、一般に垂直方向に基板を支持するが、それらは、水平方向または変形方向の基板の移動を制限しないように形成されても良い。加熱中の基板の半径方向の移動を可能にすると、スリップや転位を引き起こすことなく、基板が半径方向に拡大されるようになる。以下に記載し図３１～３５に示すように、ピンは、載置ブロック（からと言うよりむしろ）を通して延びて、ひと続きの導管を通して接続されても良い。

【００２７】

図７～１２を参照して、半導体基板を曲げるための装置の１つの具体例では、装置は、表リング１３１と裏リング１３２を有するホルダー１２０を含む。表リング１３１は、環状の表サポート１３４を含み、裏リング１３２は、環状の裏サポート１３６を含み、基板４９に接触して支持する。なお、表リングと裏リングは、図８に示すようにＬ形状の断面を有しても良い、表リング１３１は、別個の半径位置で基板４９の表面に接触するように取り付けられ、裏リング１３２は、別個の半径位置で基板４９の裏面に接触するように取り付けられる。半径位置は、周縁からわずかに内方である。表の環状サポート１３４と裏の環状サポート１３６が基板４９に接する半径方向の位置は、図８に示すように同じでも良く、または本開示の範囲から離れることなく異なっても良い。

【００２８】

図１０を参照すると、基板４９を曲げるための装置（例えばストレッサ）は、ポンプのような圧力変調器２７を含み、基板を横切って差圧を形成しても良い。換言すれば、圧力が、ウエハの一つの側で、他より高くなる。差圧は基板の応力を加え、基板を曲げてても良い。そのような具体例では、表リング１３１と裏リング１３２は、シールとして働き、基板４９を横切る差圧は維持される。圧力変調器２７は、チャンバ３１の壁を通して延びて、チャンバ内のキャビティ４をシールするベント３と、流体接続されても良い。基板４９を横切って与えられる差圧は、より圧力の低い方向に基板を曲げてても良い。

【００２９】

基板４９の曲げにより、基板の表面は、表リング１３１と裏リング１３２との間で動いても良い。更に、基板４９の熱膨張（即ち、リング１３１、１３２の熱膨張より大きな熱膨張）により、リング１３１、１３２の間で表面が動く。１つの具体例では、図９に示すように、保護コーティング１３７が基板４９の一部を覆い、特に、基板の周縁を覆う。コーティング１３７は、一般に、基板がリング１３１、１３２の間に補正されると共に、（スリップや転位のような）ダメージからウエハを保護する保護材料でも良い。

【００３０】

図１３を参照して、ホルダー１２０'の表リング１３１'と裏リング１３２'は、リングが、装置１２０のリング１３１、１３２を有するような基板の周縁（図８）ではなく、その近傍で、基板４９に接するように、配置されても良い。リング１３１'、１３２'は、チャンバ３１'の蓋および/または底と一体でも良い。ベント３'は、チャンバ３１'のリング１３１'、１３２'を通して延びても良い。ベント３'は、基板４９の中央近傍に配置され、圧力変調器２７が活性化した場合に、基板の変形を制限しても良い。

【００３１】

ホルダー１２０'は、また、例えばリング１３１'、１３２'の適用前に、基板４９を支持する平坦なサポート１２６を含んでも良い。所定の具体例では、基板４９が平坦なサポート１２６に取り付けられる。平坦なサポートは、基板とは異なる熱膨張係数を有する材料から形成されて（即ち、リングは、基板とは異なる速度で熱膨張する）、サポートと基板が加熱または冷却された場合に、圧縮されまたは引っ張られても良い。

【 0 0 3 2 】

図 1 4 を参照して、装置の幾つかの具体例では、装置は、基板の熱膨張の使用により基板 4 9 の上に応力を加える。基板ホルダー 2 2 0 は、基板 4 9 の上に保持力を加える表リング 2 3 1 および裏リング 2 3 2 を含むクランプ 2 4 0 を含んでも良い。表リング 2 3 1 は、環状の表サポート 2 3 4 を含み、裏リング 2 3 2 は、環状の裏サポート 2 3 6 を含む。サポート 2 3 4、2 3 6 は、基板の周縁において基板 4 9 と接触し、基板の表と裏にそれぞれ接触するように取り付けられる。例えば、図 1 4 に示す基板ホルダー 2 2 0 は、圧力モジュール無しに使用しても良い。なお、ここに記載される様々なホルダーのリング、サポート、ボス、クランプ等は、空気式、水圧式、モータ等の使用を含むいずれかの機械的方法により、半径方向に動かしても良い。

10

【 0 0 3 3 】

リング 2 3 1、2 3 2 は、基板とは異なる熱膨張係数を有する材料から形成されても良い（即ち、リングは、基板とは異なる速度で熱膨張する）。加熱または冷却時の、リング 2 3 1、2 3 2 の異なる膨張速度と組み合わせたクランプ 2 4 0 の保持力は、基板 4 5 9 に応力を加える。リング 2 3 1、2 3 2 が、基板 4 9 より大きな膨張係数を有する具体例では、リングは基板を半径方向に引き延ばす。リング 2 3 1、2 3 2 が、基板 4 9 より小さい膨張係数を有する具体例では、リングは内方に向かう力を基板に加え（即ち、基板の圧縮）、基板を曲げる。

【 0 0 3 4 】

図 1 5 ~ 1 8 を参照して、他の具体例では、基板ホルダー 3 2 0 は、おおむね平坦な裏サポート 3 4 6 を含み、これは、基板 4 9 の裏で、溝 3 4 8 に受けられる大きさおよび形状の環状のボスを含む。ボス 3 4 7 は、基板 4 9 の上に応力を加えるように移動可能である。例えば、裏サポート 3 4 6 は、加熱が基板を圧縮する場合、基板 4 9 よりも小さい速度で膨張する材料から形成されても良い。代わりに、裏サポート 3 4 6 は、加熱が基板を引っ張る場合、基板 4 9 よりも大きな速度で膨張する材料から形成されても良い。

20

【 0 0 3 5 】

基板ホルダー 3 2 0 は、また、図 8 に示す表リング 1 3 1 および裏リング 1 3 2 と類似した環状のサポートを有する表リングおよび裏リング（図示せず）を含み、基板をシールして、基板に応力を加えるために圧力変調器が基板を横切る差圧を形成しても良い。ホルダー 3 2 0 を含むチャンバ 3 1 は、真空または圧力を与えるためのベント 3 およびシールされたキャビティ 4 を含んでも良い（図 1 7）。裏リングは、裏サポート 3 4 6 の内側にあり、表リングは、裏リングと整列するか、または裏リングより基板の周縁に近くなる大きさおよび形状を有しても良い。基板は、図 9 に示すようなコーティングを含んでも良い。

30

【 0 0 3 6 】

幾つかの具体例では、図 1 9 ~ 2 1 に示すように、基板ホルダー 3 2 0 は、また、表サポートから延びる環状リング 3 5 2 を有する表サポート 3 5 0 を含む。リング 3 5 2 は、基板 4 9 に下方に向かう力を加え、加熱中の基板の圧縮または膨張中に、ボス 3 4 7 から基板が外れるのを防止する。この機能を達成する他の構造は、本開示の範囲内にあるものとする。

40

【 0 0 3 7 】

他の具体例および図 2 2 ~ 2 4 に示すように、基板ホルダー 4 2 0 は、図 1 5 ~ 2 1 に示すものと類似または同様の裏サポート 4 4 6 およびボス 4 4 7 を含む。基板ホルダー 4 2 0 は、表サポート 4 5 1 と、基板 4 9 の表面の溝 4 5 7 に受け入れられる大きさおよび形状の表ボス 4 5 5 を含んでも良い。表サポート 4 5 1 は、また、加熱が基板を圧縮した場合、基板 4 9 よりも小さい速度で膨張する材料から形成されても良く。または、加熱が基板を引っ張る場合、基板 4 9 よりも大きな速度で膨張する材料から形成されても良い。

【 0 0 3 8 】

図 2 5 ~ 2 7 を参照して、この具値例の加圧装置 5 2 0 は、基板 4 9 を支持するための平坦な裏サポート 5 6 1 と、基板を受け入れて圧縮するための円形の開口部を有するおお

50

むね円形のプレス５６０を含む。図２６～２８のように、平坦なサポートは、部分的に基板の中心にのみ向かって延びるか、または基板４９の真下に連続して延びても良い。プレス５６０は、基板を連続して囲んでも良く、または、図２７に示すように、基板４９を受け入れる開口部を形成する複数の円弧形状のセグメント５６３を含んでも良い。プレス５６０および／またはセグメント５６３は、基板を圧縮するために、基板４９に対して内方に移動可能でも良い。例えば、プレス５６０は、基板４９より小さな速度で膨張する材料から形成された結果、加熱した場合に、プレスは基板を圧縮するように動いても良い。基板ホルダー５２０は、また、表リングおよび／または裏リング（図示せず）を含み、上述のように、基板を横切る差圧を形成するためにシールを形成しても良い。

【００３９】

10

図２８を参照して、基板ホルダー６２０は、第１の円錐形状のサポート６７０と、第１の円錐形状のサポートと対向する第２の円錐形状のサポート６７５を含む。第１の円錐形状のサポート６７０は、孔を通して真空に引くための、そして第１の円錐形状のサポートに向かって基板４９を引っ張るための、その中に形成された複数の孔６７１を含む。第１のサポート６７０の上方部分は、曲げない状態の、基板４９の一部に接触する。上部部分より一般に大きく、真空に引くための孔６７１を含む下部部分６７８は、曲げ位置にある場合に、基板と接触する。ペント６７９は、第２のサポート６７５の中に形成され、このサポートは、基板に応力を加えるために、ペントとキャビティを通して引いて真空になるキャビティ６７２を形成する。環状のサポート６７５は、一般に、基板の周縁またはその近傍のみで、基板４９に接触する。

20

【００４０】

図２９を参照して、基板ホルダー７２０は、おおよそ平坦な裏サポート７８１とフランジ７８３とを含む。基板４９は、基板の周縁近傍で基板の裏面に取り付けられたリング７８０を含む。フランジ７８３は、リング７８０と噛み合うように取り付けられる。サポート７８１とフランジ７８３は、基板を圧縮するために、基板に対して移動可能である。例えば、サポート７８１および／またはフランジ７８３は、基板４９より大きな速度で膨張する材料から形成された結果、加熱した場合に、フランジ７８３は基板を引っ張るように動いても良い。基板のリング７８０がフランジ７８３の内部にある具体例（図示せず）では、サポート７８１および／またはフランジ７８３は、基板４９より小さい速度で膨張する材料から形成された結果、加熱した場合に、フランジ７８３は基板を圧縮するように動いても良い。

30

【００４１】

図３０は、基板ホルダー９２０の載置ブロック９９１の底部を示す。ひと続きの管９８９が載置ブロック９９１を通して凹形状のサポート９９２まで延びる（図３２）。管９８９は、ひと続きの導管９９０を介して接続される。載置ブロック９９１は、処理チャンバ３１（図１）に載置ブロックを挿入したり取り外したりするためのハンドリング溝９９３を含んでも良い。図３２に示すように、載置ブロック９９１は、チャンバ中で、載置ブロックサポート９９４の上に支持されても良い。真空管９９６は、載置ブロックサポート９９４を通して延びて、チャンバ３１（図１）の中に載置ブロックが挿入された場合、導管９９０および管９８９と流体接続する。基板４９は、載置ブロック９９１の上に配置される（図３３）、真空が適用された場合、基板４９は凹形状のサポート９９２に向かって曲がり、基板に応力を加える（図３４）。

40

【００４２】

一般に、基板上の応力は、例えば図１４～２７および２９に示された装置の具体例を使用して、圧縮または引っ張る場合、基板の軸に対して直交する方向に向いても良い。代わりに、応力は、例えば図５、７～１３、２８および３０～３４に示された装置の具体例を使用して、基板の軸に沿ってまたは平行に向いても良い。

【００４３】

本開示またはその好適な具体例の要素を紹介する場合、冠詞「１つの（a）」、「１つの（an）」、「その（the）」、および「その（said）」は、１またはそれ以上

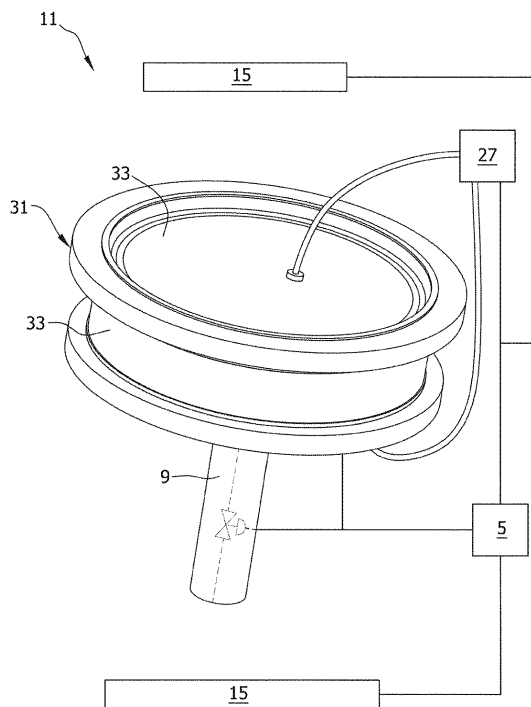
50

の要素があることを意味する。「含む (comprising)」、「含む (including)」および「有する (having)」の用語は、包括的であることを意図し、列挙された要素の他に追加の要素があることを意味する。

【 0 0 4 4 】

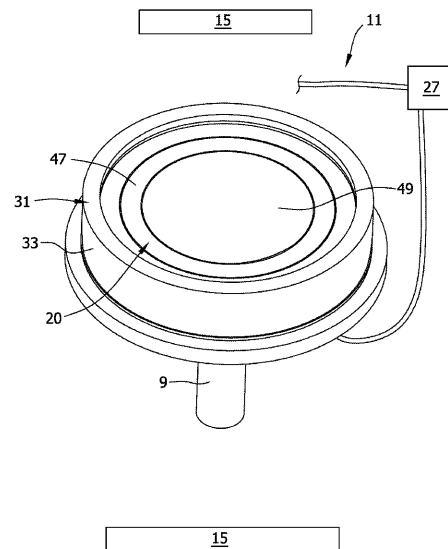
上記装置および方法において、本開示の範囲から離れることなく、様々な変形が可能であるため、上記開示に含まれ、添付の図面に示された、全ての事項は、例示的で、限定する意図無しに解釈されるべきである。

【 図 1 】



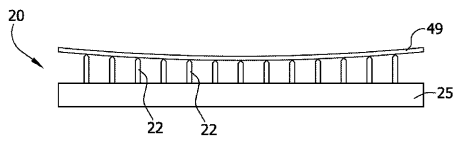
【 図 2 】

FIG. 2



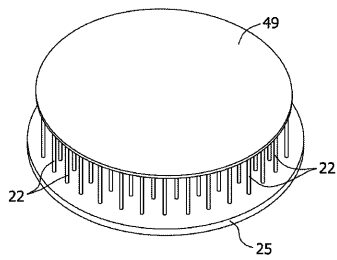
【図 3】

FIG. 3



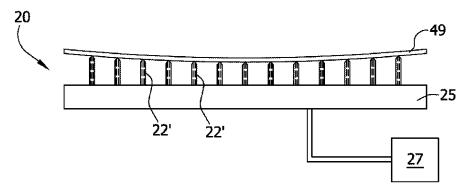
【図 4】

FIG. 4



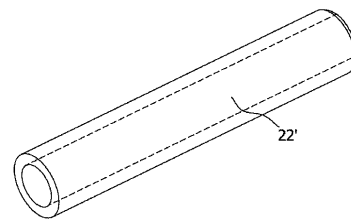
【図 5】

FIG. 5



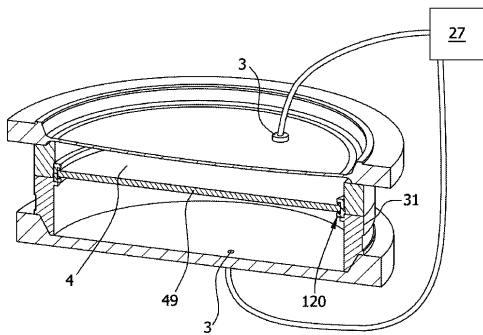
【図 6】

FIG. 6



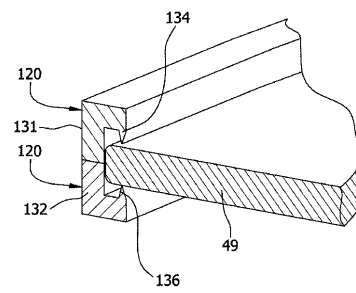
【図 7】

FIG. 7



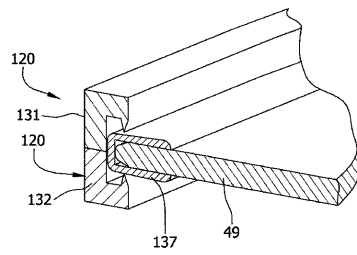
【図 8】

FIG. 8



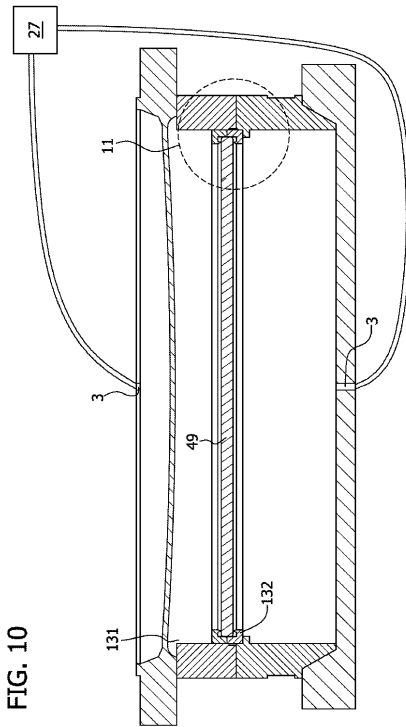
【図 9】

FIG. 9



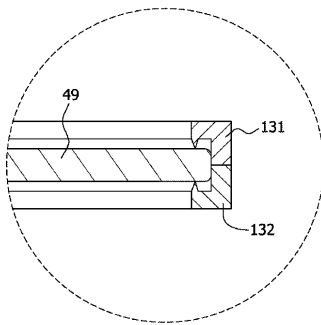
【図 10】

FIG. 10



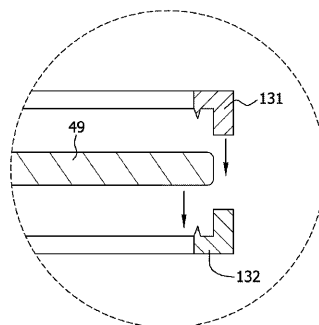
【図 11】

FIG. 11



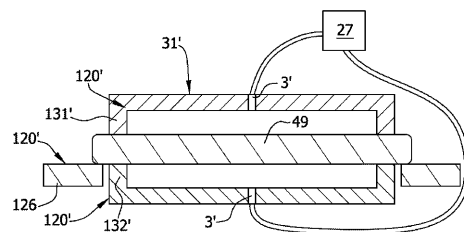
【図 12】

FIG. 12



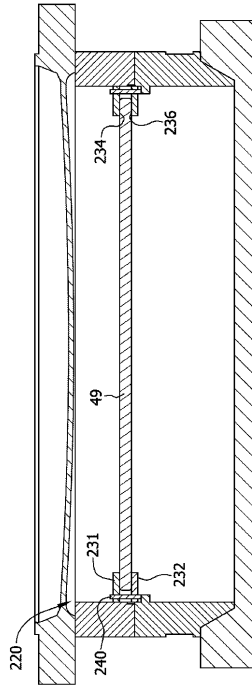
【図 13】

FIG. 13



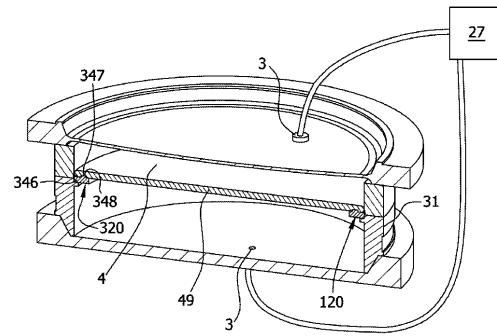
【図 14】

FIG. 14



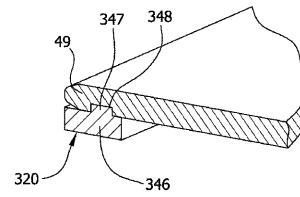
【図 15】

FIG. 15



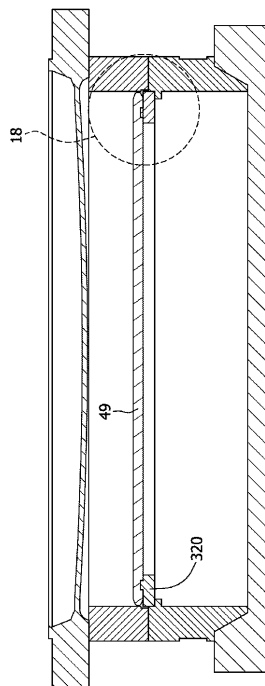
【図 16】

FIG. 16



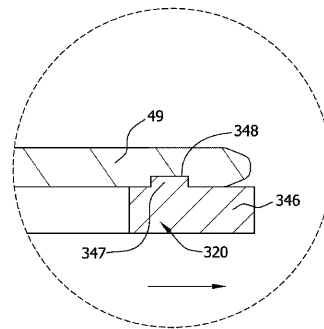
【図 17】

FIG. 17



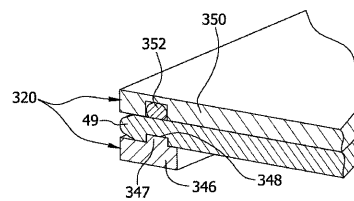
【図 18】

FIG. 18

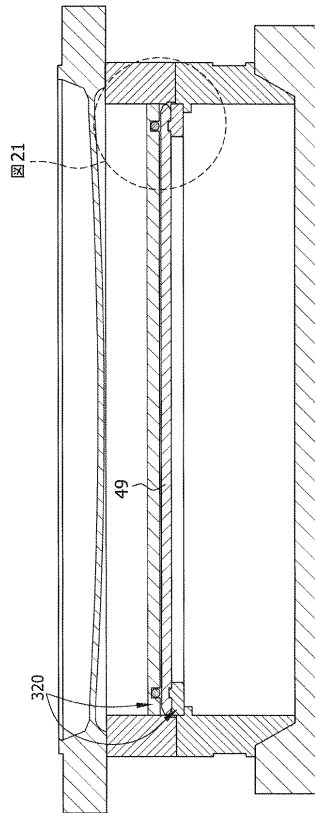


【図 19】

FIG. 19

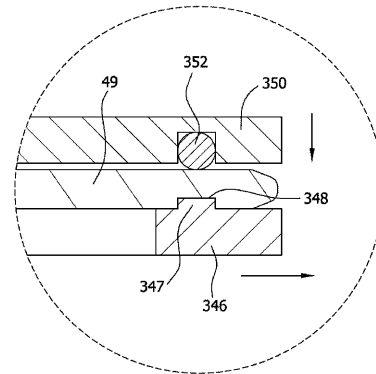


【図 20】

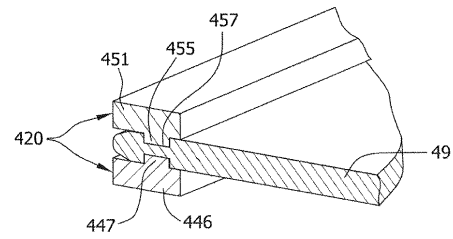


【図 21】

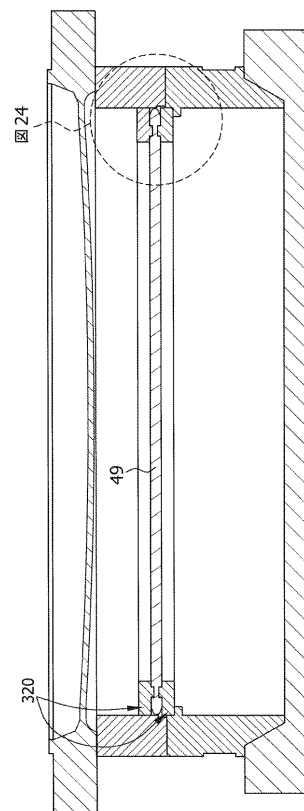
FIG. 21



【図 22】

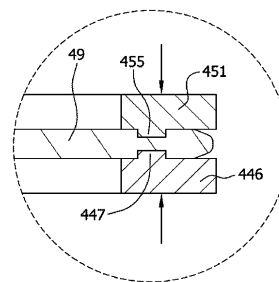


【図 23】



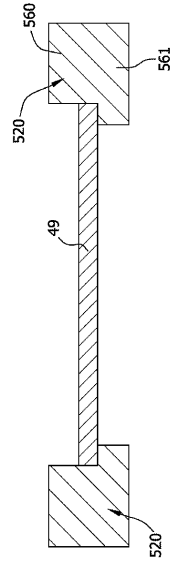
【図 24】

FIG. 24



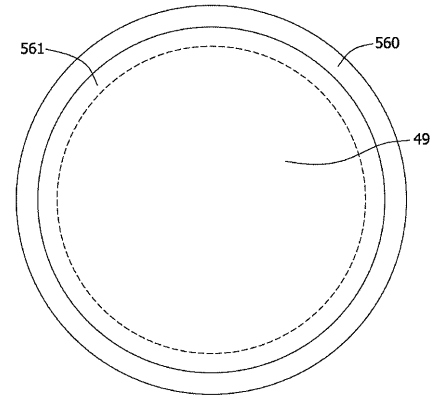
【図 25】

FIG. 25



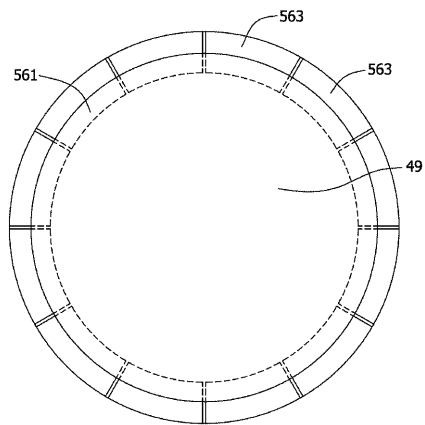
【図 26】

FIG. 26



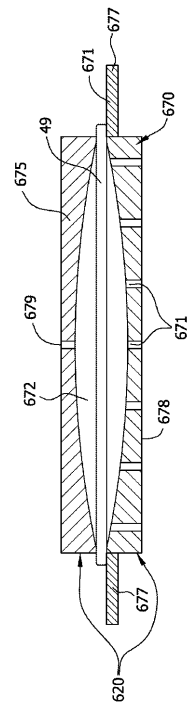
【図 27】

FIG. 27



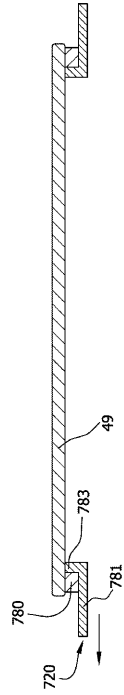
【図 28】

FIG. 28



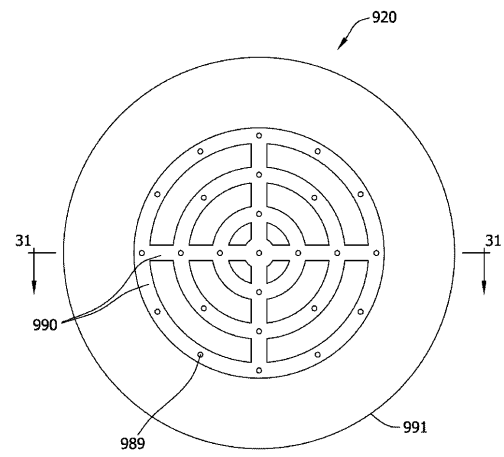
【図 29】

FIG. 29



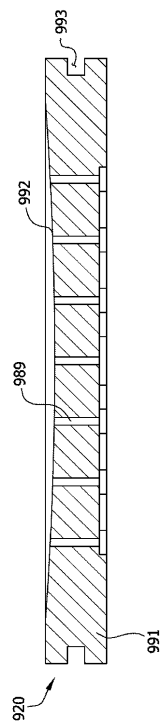
【図 30】

FIG. 30



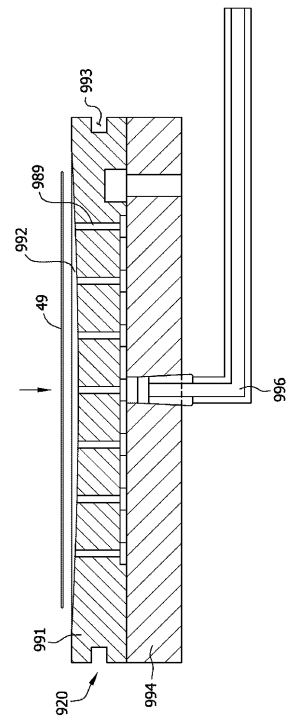
【図 31】

FIG. 31



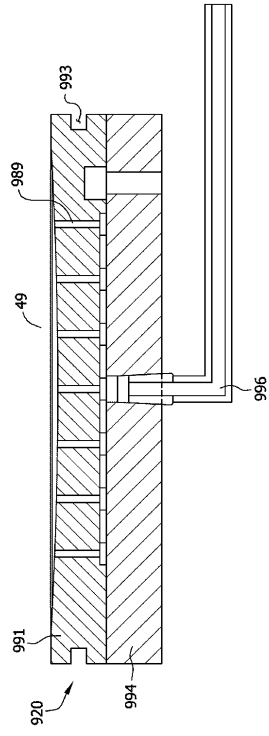
【図 32】

FIG. 32



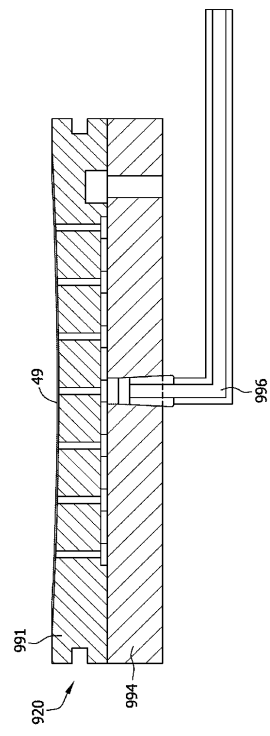
【図 33】

FIG. 33



【図 34】

FIG. 34



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/790,445

(32)優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 61/793,999

(32)優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ロバート・ジェイ・フォルスター

アメリカ合衆国63376ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ501番、サンエディソン・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ウラディミール・ブイ・ボロンコフ

アメリカ合衆国63376ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ501番、サンエディソン・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ジョン・エイ・ピットニー

アメリカ合衆国63376ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ501番、サンエディソン・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ピーター・ディ・アルブレヒト

アメリカ合衆国63376ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ501番、サンエディソン・インコーポレイテッド内

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 特開平08-176798(JP,A)

特開2010-189745(JP,A)

特開2006-080481(JP,A)

特開昭61-245920(JP,A)

特開平11-240795(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205

H01L 21/683