

(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2009-542012

(P2009-542012A)

(43) 公表日 平成21年11月26日 (2009. 11. 26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/02 (2006. 01)	HO 1 L 23/02 B	
HO 1 L 25/065 (2006. 01)	HO 1 L 25/08 B	
HO 1 L 25/07 (2006. 01)		
HO 1 L 25/18 (2006. 01)		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2009-516742 (P2009-516742)	(71) 出願人	508375309 ズース マイクロテック, アイエヌシー, アメリカ合衆国, ブイティー O 5 6 7 7 、ウォーターバリー センター, 2 2 8 ズース ドライブ, ズース マイクロテック 、アイエヌシー.
(86) (22) 出願日	平成19年6月22日 (2007. 6. 22)	(74) 代理人	100088904 弁理士 庄司 隆
(85) 翻訳文提出日	平成21年1月29日 (2009. 1. 29)	(74) 代理人	100124453 弁理士 資延 由利子
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/071857	(74) 代理人	100135208 弁理士 大杉 卓也
(87) 国際公開番号	W02007/150012	(74) 代理人	100152319 弁理士 曾我 亜紀
(87) 国際公開日	平成19年12月27日 (2007. 12. 27)		
(31) 優先権主張番号	60/815, 619		
(32) 優先日	平成18年6月22日 (2006. 6. 22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	11/766, 531		
(32) 優先日	平成19年6月21日 (2007. 6. 21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

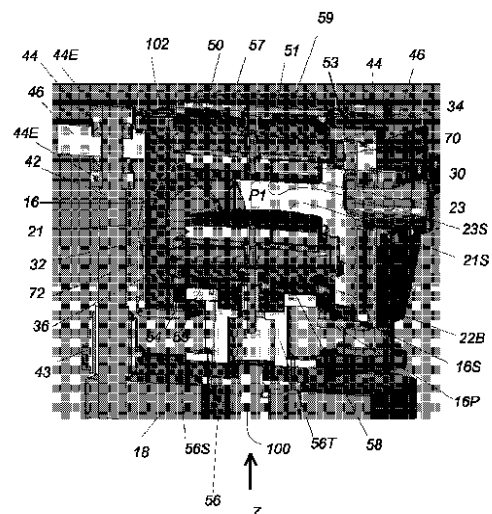
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体接合のための装置及び方法

(57) 【要約】

半導体構造体の接合のための装置が、第1の半導体構造体の第1の表面を第2の半導体構造体の第1の表面に真向かいに接触するように位置付ける器具と、第1の半導体構造体の第1の表面と第2の半導体構造体の第1の表面との間の接合界面エリア全体に均一な圧力を印加するように構成されている力柱を用いて、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に押圧することによって当該第1の表面間に接合界面エリアを形成する器具とを含む。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体構造体の接合のための装置であって、

第 1 の半導体構造体の第 1 の表面を第 2 の半導体構造体の第 1 の表面に真向かいに接触するように位置付ける器具と、

前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面と前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面との間の接合界面エリア全体に均一な圧力を印加するように構成されている力柱（450）を用いて、前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に押圧することによって前記第 1 の表面間に前記接合界面エリアを形成する器具と、
を備える、半導体構造体の接合のための装置。

10

【請求項 2】

前記力柱は、前記第 1 の表面間の前記接合界面エリア全体と一致する寸法になっているベースを有する円柱状に構成されている複数の力を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ベースの寸法は調整可能である、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ベースの寸法は、4 インチ（約 10.16 cm）、6 インチ（約 15.24 cm）又は 8 インチ（約 20.32 cm）の直径のうちの 1 つを有する前記接合界面エリアと一致するように調整される、請求項 3 に記載の装置。

20

【請求項 5】

前記力柱は、前記接合界面エリア全体に、前記圧力を少なくとも 90 パーセントの均一性を有するように印加する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記圧力は、1000 mbar～50000 mbar の範囲である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記接合形成器具は、前記力柱を生成するように構成されているアクチュエータを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記アクチュエータは、加圧気体によって駆動する固体プレートを含む、請求項 6 に記載の装置。

30

【請求項 9】

前記アクチュエータは、加圧流体又は磁石のうちの少なくとも一方によって駆動する固体プレートを含む、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

前記位置付け器具は、前記第 1 の半導体構造体の第 2 の表面と接触するように構成されている第 1 のクランプ部材と、前記第 2 の半導体構造体の第 2 の表面と接触するように構成されている第 2 のクランプ部材とを有するクランプ（286）を備え、前記第 1 の半導体構造体の前記第 2 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 2 の表面は、前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面に対してそれぞれ反対である、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 11】

前記力柱を用いて前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に押圧することは、前記力柱を用いて前記第 1 のクランプ部材及び前記第 2 のクランプ部材のうちの少なくとも一方を押圧することを含む、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記位置付け器具及び前記接合形成器具の荷重に耐えるように構成されているフレームをさらに備える、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記フレームは、少なくとも 1 つの剛性の支柱をさらに備え、前記第 1 のクランプ部材

50

及び前記第 2 のクランプ部材は、前記半導体構造体の前記接合中に生成されるあらゆる曲げモーメントを前記フレームに伝達するように前記支柱に接続されるように構成されている、請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 のクランプ部材及び前記第 2 のクランプ部材のうちの一方又は両方は、前記剛性の支柱に可動に接続される、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記フレームは 3 つの剛性の支柱（4 2）を備える、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記フレームは上部プレート及び底部プレートをさらに備え、該上部プレート及び該底部プレートは前記剛性の支柱に接続される、請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

制御雰囲気チャンバをさらに備える、請求項 1 6 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を、前記チャンバ内に出し入れするように搬送すると共に前記第 1 のクランプ部材及び前記第 2 のクランプ部材間に配置するように構成されているキャリア締結具（2 4）をさらに備える、請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記キャリア締結具は、前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を第 1 の距離に維持するように構成されている少なくとも 1 つのスペーサ（2 8 4）を備える、請求項 1 8 に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記キャリア締結具は、前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に締め付ける少なくとも 1 つのクランプをさらに備える、請求項 1 9 に記載の装置。

【請求項 2 1】

前記少なくとも 1 つのスペーサ及び前記少なくとも 1 つのクランプは独立して作動する、請求項 2 0 に記載の装置。

【請求項 2 2】

前記力柱を用いて前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に押圧する前に、該第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び該第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を固定するように構成されているピンをさらに備える、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 3】

前記ピンは、調整可能な力を用いて前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を固定する、請求項 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

前記チャンバは、前記キャリア締結具を該チャンバ内に出し入れするように搬送することができるような寸法になっているポートを備える、請求項 1 8 に記載の装置。

【請求項 2 5】

前記ポートを介して前記チャンバと連通するように構成されている予装填チャンバ（1 5）であって、前記ポートは該予装填チャンバを前記チャンバから分離するシャッターを備える、予装填チャンバをさらに備える、請求項 2 4 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記チャンバ内の圧力を監視するように構成されている圧力計（2 9 5）をさらに備える、請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記第 1 のクランプ部材の第 1 の表面を前記第 2 のクランプ部材の第 1 の表面に平行に位置合せする器具であって、前記第 1 のクランプ部材の前記第 1 の表面は、前記第 1 の半導体構造体の前記第 2 の表面と接触するように構成されており、且つ前記第 2 のクランプ部材の前記第 1 の表面は、前記第 2 の半導体構造体の前記第 2 の表面と接触するように構

10

20

30

40

50

成されている、位置合せする器具をさらに備える、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 28】

前記位置合せ器具は、前記力柱が前記接合界面エリアに垂直に印加されるように、前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面と、前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面とを位置合せするように構成されている、請求項 27 に記載の装置。

【請求項 29】

前記位置合せ器具は、リニアアライメント工具を備える、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 30】

前記位置合せ器具は、回転アライメント工具をさらに備える、請求項 29 に記載の装置

。

【請求項 31】

前記回転アライメント器具は、前記接合界面エリアの中心の周囲で前記 2 つの第 1 の表面のうちの一方を回転によって位置合せするように構成されている、請求項 30 に記載の装置。

【請求項 32】

前記接合界面エリア全体が±1度の温度均一性に達するように前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を加熱する器具をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 33】

前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を前記位置付け器具及び前記接合形成器具から熱分離するように構成されている熱分離システム（72）をさらに備える、請求項 32 に記載の装置。

【請求項 34】

前記熱分離システムは、弾性膜と、低いCTEの材料を含む基板との間に閉じ込められる真空分離層を備える、請求項 33 に記載の装置。

【請求項 35】

前記基板は、前記膜との接触を最小限にするような構造になっている表面を備える、請求項 34 に記載の装置。

【請求項 36】

前記加熱器具は、前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体の中心領域並びに周縁領域の加熱を独立して制御するように構成されている独立制御式マルチゾーンヒータを備える、請求項 32 に記載の装置。

【請求項 37】

前記加熱器具は、前記第 1 の半導体基板を加熱するように構成されている第 1 のセットのヒータと、前記第 2 の半導体基板を加熱するように構成されている第 2 のセットのヒータとを備え、前記第 1 のセットのヒータは、前記第 2 のセットのヒータの鏡像構成に配置される、請求項 32 に記載の装置。

【請求項 38】

前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体は、半導体ウェハ、フラットパネル構造体、集積回路デバイス、3D集積マイクロエレクトロニクス、又はマイクロエレクトロメカニカルシステム（MEMS）のうちの少なくとも1つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 39】

前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面は、金属、半導体、1つの絶縁体、接着剤、格子構造体、ガラス又は複数の絶縁体のうちの少なくとも1つを含む、第 1 の接合層及び第 2 の接合層をそれぞれさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 40】

前記接合は、陽極接合、共晶接合、接着接合、溶融接合、ガラスフリット接合又は熱圧着接合のうちの1つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 41】

10

20

30

40

50

半導体構造体を接合する方法であって、

第1の半導体構造体の第1の表面を第2の半導体構造体の第1の表面に真向かいに接触するように位置付けること、及び

前記第1の半導体構造体の前記第1の表面と前記第2の半導体構造体の前記第1の表面との間の接合界面エリア全体に均一な圧力を印加するように構成されている力柱を用いて、前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体を共に押圧することによって前記第1の表面間に前記接合界面エリアを形成すること、を含む、半導体構造体を接合する方法。

【請求項42】

前記力柱は、前記第1の表面間の前記接合界面エリア全体と一致する寸法になっているベースを有する円柱状に構成されている複数の力を含む、請求項41に記載の方法。

10

【請求項43】

前記ベースの寸法は調整可能である、請求項42に記載の方法。

【請求項44】

前記ベースの寸法は、4インチ（約10.16cm）、6インチ（約15.24cm）又は8インチ（約20.32cm）の直径のうちの1つを有する前記接合界面エリアと一致するように調整される、請求項43に記載の方法。

【請求項45】

前記力柱は、前記接合界面エリア全体に、前記圧力を少なくとも90パーセントの均一性を有するように印加する、請求項41に記載の方法。

20

【請求項46】

前記圧力は、1000mbar～50000mbarの範囲である、請求項41に記載の方法。

【請求項47】

前記接合形成は、前記力柱を生成するアクチュエータを使用することを含む、請求項41に記載の方法。

【請求項48】

前記アクチュエータは、加圧気体によって駆動する固体プレートを含む、請求項41に記載の方法。

【請求項49】

30

前記アクチュエータは、加圧流体又は磁石のうちの少なくとも一方によって駆動する固体プレートを含む、請求項41に記載の方法。

【請求項50】

前記位置付けることは、第1のクランプ部材及び第2のクランプ部材を有するクランプを提供すること、第1のクランプ部材を前記第1の半導体構造体の第2の表面と接触させると共に、第2のクランプ部材を前記第2の半導体構造体の第2の表面と接触させることを含み、前記第1の半導体構造体の前記第2の表面、及び前記第2の半導体構造体の前記第2の表面は、前記第1の半導体構造体の前記第1の表面、及び前記第2の半導体構造体の前記第1の表面に対してそれぞれ反対である、請求項41に記載の方法。

【請求項51】

40

前記力柱を用いて前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体を共に押圧することは、前記力柱を用いて前記第1のクランプ部材及び前記第2のクランプ部材のうちの少なくとも一方を押圧することを含む、請求項50に記載の方法。

【請求項52】

位置付け荷重及び接合形成荷重に耐えるように構成されているフレームを提供することをさらに含む、請求項50に記載の方法。

【請求項53】

前記フレームは、少なくとも1つの剛性の支柱をさらに備え、前記第1のクランプ部材及び前記第2のクランプ部材は、前記半導体構造体の前記接合中に生成されるあらゆる曲げモーメントを前記フレームに伝達するように前記支柱に接続されるように構成されてい

50

る、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記第 1 のクランプ部材及び前記第 2 のクランプ部材のうち的一方又は両方は、前記剛性の支柱に可動に接続される、請求項 5 3 に記載の方法。

【請求項 5 5】

前記フレームは 3 つの剛性の支柱を備える、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 6】

前記フレームは上部プレート及び底部プレートをさらに備え、該上部プレート及び該底部プレートは前記剛性の支柱に接続される、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 7】

制御雰囲気チャンバを提供することをさらに含む、請求項 5 6 に記載の方法。

【請求項 5 8】

前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を、前記チャンバ内に出し入れするように搬送すると共に前記第 1 のクランプ部材及び前記第 2 のクランプ部材間に配置するように構成されているキャリア締結具（2 4）を提供することをさらに含む、請求項 5 7 に記載の方法。

【請求項 5 9】

前記キャリア締結具は、前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を第 1 の距離に維持するように構成されている少なくとも 1 つのスペーサを備える、請求項 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 0】

前記キャリア締結具は、前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に締め付ける少なくとも 1 つのクランプをさらに備える、請求項 5 9 に記載の方法。

【請求項 6 1】

前記少なくとも 1 つのスペーサ及び前記少なくとも 1 つのクランプは独立して作動する、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 2】

前記力柱を用いて前記第 1 の半導体構造体及び前記第 2 の半導体構造体を共に押圧する前に、該第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び該第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を固定するように構成されているピンを提供することをさらに含む、請求項 6 1 に記載の方法。

【請求項 6 3】

前記ピンは、調整可能な力を用いて前記第 1 の半導体構造体の前記第 1 の表面、及び前記第 2 の半導体構造体の前記第 1 の表面を固定する、請求項 6 2 に記載の方法。

【請求項 6 4】

前記チャンバは、前記キャリア締結具を該チャンバ内に出し入れするように搬送することができるよう寸法になっているポートを備える、請求項 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 5】

前記ポートを介して前記チャンバと連通するように構成されている予装填チャンバ（1 5）であって、前記ポートは該予装填チャンバを前記チャンバから分離するシャッターを備える、予装填チャンバを提供することをさらに含む、請求項 6 4 に記載の方法。

【請求項 6 6】

前記チャンバ内の圧力を監視するように構成されている圧力計を提供することをさらに含む、請求項 5 7 に記載の方法。

【請求項 6 7】

前記第 1 のクランプ部材の第 1 の表面を前記第 2 のクランプ部材の第 1 の表面に平行に位置合せすることであって、前記第 1 のクランプ部材の前記第 1 の表面は、前記第 1 の半導体構造体の前記第 2 の表面と接触するように構成されており、且つ前記第 2 のクランプ部材の前記第 1 の表面は、前記第 2 の半導体構造体の前記第 2 の表面と接触するように構成されている、位置合せすることをさらに含む、請求項 5 0 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 68】

前記位置合せすることは、前記力柱が前記接合界面エリアに垂直に印加されるように、前記第1の半導体構造体と、前記第2の半導体構造体とを位置合せするように構成されている、請求項67に記載の方法。

【請求項 69】

前記位置合せすることは、リニアアライメント（直線状に整合させること）を含む、請求項68に記載の方法。

【請求項 70】

前記位置合せすることは、回転アライメント（回転的に整合させること）をさらに含む、請求項69に記載の方法。

10

【請求項 71】

前記回転アライメントは、前記接合界面エリアの中心の周囲で前記2つの第1の表面のうちの一方を回転によって位置合せするように構成されている、請求項70に記載の方法。

【請求項 72】

前記接合界面エリア全体が±1度の温度均一性に達するように前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体を加熱することをさらに含む、請求項41に記載の方法。

【請求項 73】

前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体を位置付け器具及び接合形成器具から熱分離する熱分離システムを提供することをさらに含む、請求項72に記載の方法。

20

【請求項 74】

前記熱分離システムは、弾性膜と、低いCTEの材料を含む基板との間に閉じ込められる真空分離層を備える、請求項73に記載の方法。

【請求項 75】

前記基板は、前記膜との接触を最小限にするような構造になっている表面を備える、請求項74に記載の方法。

【請求項 76】

前記加熱することは、前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体の中心領域並びに周縁領域を独立して加熱するように構成されている独立制御式マルチゾーンヒータを提供することを含む、請求項72に記載の方法。

30

【請求項 77】

前記加熱することは、前記第1の半導体基板を加熱するように構成されている第1のセットのヒータと、前記第2の半導体基板を加熱するように構成されている第2のセットのヒータとを提供することをさらに含み、前記第1のセットのヒータは、前記第2のセットのヒータの鏡像構成に配置される、請求項72に記載の方法。

【請求項 78】

前記第1の半導体構造体及び前記第2の半導体構造体は、半導体ウェハ、フラットパネル構造体、集積回路デバイス、3D集積マイクロエレクトロニクス、及びマイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)のうちの少なくとも1つを含む、請求項41に記載の方法。

40

【請求項 79】

前記第1の半導体構造体の前記第1の表面、及び前記第2の半導体構造体の前記第1の表面は、金属、半導体、1つの絶縁体、接着剤、格子構造体、ガラス及び複数の絶縁体のうちの少なくとも1つを含む、第1の接合層及び第2の接合層をそれぞれさらに備える、請求項41に記載の方法。

【請求項 80】

前記接合することは、陽極接合、共晶接合、接着接合、溶融接合、ガラスフリット接合及び熱圧着接合のうちの1つを含む、請求項41に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体接合のための装置及び方法、特に、強力な力による半導体接合のための装置及び方法に関する。

【0002】

〔関連する同時係属出願の相互参照〕

本願は、2006年6月22日に出願された「HIGH-FORCE BOND TOOL」と題する米国仮出願第60/815,619号、及び2007年6月21日に出願された「APPARATUS AND METHOD FOR SEMICONDUCTOR BONDING」と題する米国出願第11/766,531号の利益を主張するものであり、これらの内容は参照によって本明細書に明示的に援用される。

10

【背景技術】

【0003】

消費者は常に、より安価な電気デバイス及び電子デバイスを求めている。消費者向けの電気デバイス及び電子デバイスにおける生産コストの大部分は、消費者が当該電子デバイスをたいへん欲するようになるところの、まさにその特徴を提供する半導体装置のコストにある。したがって、半導体装置の製造業者は半導体の製造コストを削減する方法を求め続けている。半導体装置の単位コストを決める重要なファクターは、所与の生産ロットにおける、半導体装置内に存在する欠陥である。なお、半導体装置の欠陥による損失は製造業者に金銭的な損失をもたらし、この損失は一般的に、単価を上げることによって対処され得る。半導体装置の作製において欠陥が生じ得るエリアは、基板接合におけるウェハにある。ウェハ接合は、制御された雰囲気内で、位置合わせされている2つ以上のウェハのスタックに熱、力、及び、時には電圧を印加することを含む。ウェハ同士の位置合せに悪影響を及ぼさず、ウェハエリア全体にわたって均一で、高い完全性の接合をもたらすことが全てのウェハ接合の目標である。接合完全性の向上は、より高い界面圧力の生成によって達成することができる。向上した接合の結果を得る為には、界面圧力は極めて高くても良く、したがって、接合されるウェハに相当な力を印加することが望まれる。例えば、200mm直径のウェハに対して90kN、又は300mm直径のウェハに対して100kNである。しかし、大きな力は、接合を可能にするが、従来の力を印加する接合工具の屈曲又は歪みを生じる原因ともなり、その結果、界面圧力の不均一、接合品質のばらつき、及びウェハのずれを生じ、そして大きな接合力を使用することによって求める向上が成し遂げられない。従来のシステムでは、圧力の不均一性は接合界面(bond interface)の50%に達する。

20

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、接合界面全体にわたって均一な圧力を印加することができる接合装置を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0005】

概して、1つの態様では、本発明は、半導体構造体の接合のための装置であって、第1の半導体構造体の第1の表面を第2の半導体構造体の第1の表面の真向かいに接触するように位置付ける器具と、第1の半導体構造体の第1の表面と第2の半導体構造体の第1の表面との間の接合界面エリア全体に均一な圧力を印加するように構成されている力柱(force column：円柱状の力)を用いて、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に押圧することによって当該第1の表面間に接合界面エリアを形成する器具とを含む、半導体構造体の接合のための装置を特徴とする。

40

【0006】

本発明のこの態様の実施態様は、以下の特徴の1つ又は複数を含み得る。力柱は、第1の表面間の接合界面エリア全体と一致する寸法になっているベース(base：底面)を有する円柱状(column)に構成されている複数の力を含む。ベースの寸法は調整可能とするこ

50

とができ、4インチ(約10.16cm)、6インチ(約15.24cm)又は8インチ(約20.32cm)の直径を有する接合界面エリアと一致するように調整され得る。力柱は、接合界面エリア全体に、圧力を少なくとも90パーセントの均一性を有するように印加する。圧力は、1000mbar~50000mbarの範囲であり得る。接合形成器具は、力柱を生成するように構成されているアクチュエータを含む。アクチュエータは、加圧気体若しくは加圧流体又は磁石によって駆動する固体プレートとしてもよい。位置付け器具(positioning equipment)は、第1の半導体構造体の第2の表面と接触するように構成されている第1のクランプ部材と、第2の半導体構造体の第2の表面と接触するように構成されている第2のクランプ部材とを有するクランプ(clamp: 締め具)を備える。第1の半導体構造体の第2の表面、及び第2の半導体構造体の第2の表面は、第1の半導体構造体の第1の表面、及び第2の半導体構造体の第1の表面に対してそれぞれ反対(向かい合う: opposite to)である。力柱を用いて第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に押圧することは、力柱を用いて第1のクランプ部材及び第2のクランプ部材のうちの少なくとも一方を押圧することを含む。装置は、位置付け器具及び接合形成器具の荷重に耐えるように構成されているフレームをさらに含み得る。フレームは、少なくとも1つの剛性の支柱をさらに含むことができ、第1のクランプ部材及び第2のクランプ部材は、半導体構造体の接合中に生成されるあらゆる曲げモーメントをフレームに伝達するように支柱に接続されるように構成されている。第1のクランプ部材及び第2のクランプ部材のうちの一方又は両方は、剛性の支柱に可動に接続される。一実施の形態では、フレームは3つの剛性の支柱を備える。フレームは上部プレート及び底部プレートをさらに含みことができ、当該上部プレート及び当該底部プレートは剛性の支柱に接続され得る。装置は、制御雰囲気チャンバをさらに含み得る。装置は、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を、チャンバに出し入れするように搬送すると共に第1のクランプ部材及び第2のクランプ部材間に配置するように構成されているキャリア締結具をさらに含み得る。キャリア締結具は、第1の半導体構造体の第1の表面、及び第2の半導体構造体の第1の表面を第1の距離に維持するように構成されている少なくとも1つのスペーサを含み得る。キャリア締結具は、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に締め付ける(clamp: クランプする)少なくとも1つのクランプも有し得る。少なくとも1つのスペーサ及び少なくとも1つのクランプは独立して作動する。装置は、力柱を用いて第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に押圧する前に、当該第1の半導体構造体の第1の表面、及び当該第2の半導体構造体の第1の表面を固定する(stake)ように構成されているピンをさらに含み得る。ピンは、調整可能な力を用いて第1の半導体構造体の第1の表面、及び第2の半導体構造体の第1の表面を固定する。チャンバは、キャリア締結具を当該チャンバに出し入れするように搬送することができるような寸法になっているポートを備える。装置は、ポートを介してチャンバと連通するように構成されている予装填チャンバ(pre-load chamber)をさらに含むことができ、ポートは、予装填チャンバをチャンバから分離するシャッターを有し得る。装置は、チャンバ内の圧力を監視するように構成されている圧力計も含み得る。装置は、第1のクランプ部材の第1の表面を第2のクランプ部材の第1の表面に平行に位置合せする器具もさらに含み得る。第1のクランプ部材の第1の表面は、第1の半導体構造体の第2の表面と接触するように構成されており、且つ第2のクランプ部材の第1の表面は、第2の半導体構造体の第2の表面と接触するように構成されている。位置合せ器具は、力柱が接合界面エリアに垂直に印加されるように、第1の半導体構造体と、第2の半導体構造体とを位置合せするように構成されている。位置合せ器具は、リニアアライメント工具(linear alignment tool)と、回転アライメント工具(rotational alignment tool)とを含み得る。回転位置合せ器具は、接合界面エリアの中心の周囲で2つの第1の表面のうちの一方を回転によって位置合せするように構成されている。装置は、接合界面エリア全体が±1度の温度均一性に達するように第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を加熱する器具をさらに含み得る。装置は、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を位置付け器具及び接合形成器具から熱分離するように構成されている熱分離システムをさらに含み得る。熱分離システムは、弾性膜と、低い熱

10

20

30

40

50

膨張率（C T E）の材料を含む基板との間に閉じ込められる真空分離層（vacuum isolation layer）を含む。低いC T Eの基板は、膜との接触を最小限にするような構造になっている表面を備える。加熱器具は、第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体の中心領域並びに周縁領域を独立して加熱するように構成されている独立制御式マルチゾーンヒータを含み得る。加熱器具は、第1の半導体基板を加熱するように構成されている第1のセットのヒータと、第2の半導体基板を加熱するように構成されている第2のセットのヒータとを含むことができ、第1のセットのヒータは、第2のセットのヒータの鏡像構成に配置される。第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体は、半導体ウェハ、フラットパネル構造体、集積回路デバイス、3D集積マイクロエレクトロニクス、又はマイクロエレクトロメカニカルシステム（MEMS）とすることができる。第1の半導体構造体の第1の表面、及び第2の半導体構造体の第1の表面はそれぞれ、第1の接合層及び第2の接合層をさらに備えることができ、当該第1の接合層及び第2の接合層は、金属、半導体、1つの絶縁体、接着剤、格子構造体、ガラス又は複数の絶縁体とすることができる。接合は、陽極接合、共晶接合、接着接合、溶融接合、ガラスフリット接合又は熱圧着接合とすることができる。

10

【0007】

概して、別の態様では、本発明は、半導体構造体を接合する方法であって、第1の半導体構造体の第1の表面を第2の半導体構造体の第1の表面に真向かいに接触するように位置付けること、及び、次いで、第1の半導体構造体の第1の表面と第2の半導体構造体の第1の表面との間の接合界面エリア全体に均一な圧力を印加するように構成されている力柱を用いて第1の半導体構造体及び第2の半導体構造体を共に押圧することによって当該第1の表面間に接合界面エリアを形成することを含む、半導体構造体を接合する方法を特徴とする。

20

【0008】

本発明の1つ又は複数の実施形態の詳細を添付の図面及び以下の説明に記載する。本発明の他の特徴、目的及び利点は、好ましい実施形態の以下の説明、図面及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【0009】

図面を参照する。なお、いくつかの図を通して同様の参照符号は同様の部分を表している。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】従来技術のウェハ接合システムの概略図である。

【図2A】図1の従来技術のウェハ接合システムの接合界面に沿う変位を表す（displaying）有限要素解析結果を示す図である。

【図2B】図1の従来技術のウェハ接合システムの接合界面に沿うミーゼス応力を表す有限要素解析結果を示す図である。

【図3】本発明によるウェハ接合システムの概略図である。

【図4A】図3のウェハ接合システムの接合界面に沿う変位を表す有限要素解析結果を示す図である。

40

【図4B】図3のウェハ接合システムの接合界面に沿うミーゼス応力を表す有限要素解析結果を示す図である。

【図5】本発明によるウェハ接合システムの別の実施形態の概略図である。

【図6】ウェハ接合装置の概略断面図である。

【図7】本発明によるウェハ接合装置の斜視図である。

【図8】図7のウェハ接合装置の断面図である。

【図9A】ウェハ搬送（transport）締結具を含む、図8のウェハ接合装置の断面図である。

【図9B】図9Aの上側ブロックアセンブリの一部の詳細な断面図である。

【図10】ウェハが上部ブロックアセンブリ及び底部ブロックアセンブリと接触している

50

(近接位置)、図9のウェハ接合装置の断面図である。

【図11】図10のウェハ接合装置の詳細な断面図である。

【図12】上部アセンブリ及び底部アセンブリの断面図を含む、図8のウェハ接合装置の断面図である。

【図13】図8のウェハ接合装置におけるアライメントシステムの一実施形態の詳細な断面図である。

【図14A】図8の接合装置における熱分離層 (thermal isolation layer: 熱絶縁層) の詳細な断面図である。

【図14B】図14AのエリアAの概略断面図である。

【図15】図8の上側ブロックアセンブリの一部の詳細な断面図である。

10

【図16】ウェハキャリヤ締結具 (wafer carrier fixture) 及びウェハ荷重システムの斜視図である。

【図17A】ウェハキャリヤ締結具の上部斜視図である。

【図17B】図17Aのウェハキャリヤ締結具におけるウェハスペーサ及び締め付けシステム (wafer spacers and clamping system) の詳細図である。

【図18】ウェハヒータシステムの概略図である。

【図19】ウェハヒータシステム及び熱分離システムの分解図である。

【図20】ウェハ接合システムの別の実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

図1を参照すると、従来技術のウェハ接合システム300において、第1の表面310a上に接合層312を有する第1のウェハ310が、第1の表面320a上に接合層322を有する第2のウェハ320に、2つの接合層312及び322が互いに対向するように接触している。ウェハ接合プロセスは、第1のウェハ310の第2の表面310bに力350を印加することによって2つのウェハを共に圧縮することを含む。図1に示すように、力350は通常、ピストンタイプの機構を用いてウェハスタック (wafer stack: ウェハ積層体) 302の中心に印加される。他の実施形態では、力350をウェハスタック302の周縁に印加してもよい、又は第2の力を第2のウェハ320の第2の表面320bに力350と同時に印加してもよい。接合界面305に沿う変位の有限要素解析 (FEA) を図2Aに示す。力350が印加されている中心エリア301の真下に「高温圧力スポット (hot pressure spot: 高温圧力を示す点)」の形成を見ることができる。中心エリア301の真下にある第1の球面エリア302は、およそ30 μ の変位を有する。エリア302の真下には、変位がおよそ2 μ ~3 μ である別の球面エリア303があり、エリア303の真下には、変位が1 μ の範囲であるエリア304がある。「高温圧力スポット」の球面フロント (spherical front: 球状の最前部) が接合界面305に下方に伝播しており、中心領域306を縁領域307よりも湾曲させている。上記のように、接合界面にわたる圧力の不均一性は50%にまで達し得る。FEAのミーゼス応力を図2Bに示す。中央領域306と周縁領域307との間の応力のばらつきの原因となる、接合界面305に下方に伝播する球面応力フロントが再び見える。エリア308、309及び311は、およそ100の安全率 (FOS)、50FOS及び10FOSの応力をそれぞれ有する。

30

40

【0012】

図3を参照すると、本発明によるウェハ接合システム400において、第1の表面410aを有する第1のウェハ410が、第1の表面420aを有する第2のウェハ420と、2つの表面410a及び420aが互いに対向するように接触している。ウェハ接合プロセスは、第1のウェハ410の第2の表面410bに「力柱」450を印加することによって2つのウェハを共に圧縮することを含む。力柱450は、第1の半導体ウェハ410の第2の表面410b全体をカバーするような寸法になっているベースを有する円柱状に構成されている複数の力を含み、第1のウェハ410の第2の表面410b全体に均一な圧力を印加すると共にウェハスタック302の接合界面405に均一な圧力を伝達する

50

ように構成されている。他の実施形態では、図 5 に示すように、第 2 の力柱 460 を第 2 のウェハ 420 の第 2 の表面 420b に力柱 450 と同時に印加してもよい。一例では、力柱 450 は、加圧気体柱 (gas column: 円柱状に吹き付ける気体) であり、200 mm のウェハに対しておよそ 90 kN の力を印加する。この力は、約 29000 mbar の圧力を生成する。接合界面 405 に沿う変位の有限要素解析とミーゼス応力の有限要素解析とをそれぞれ図 4A 及び図 4B に示す。均一な変位を有する層 401、402 及び 403 と、接合界面 405 の中心領域 406 及び周縁領域 407 間にばらつきを有しない均一な応力領域 404 とが見える。いくつかの実施形態では、表面 410a、420a は、2 つのウェハ表面 410a、420a 間の特有のタイプの接合を促進するように構成されている接合層 412、422 をそれぞれ有する。接合層 412、422 は、格子構造体、金属、ガラス、半導体構造体、絶縁体、集積デバイス、接着剤、又は任意の他の接合促進材料若しくは構造体とすることができる。システムは、ウェハ同士を接合するための、陽極接合プロセス、共晶接合プロセス、接着接合プロセス、溶融接合プロセス、ガラスフリット接合プロセス及び熱圧着接合プロセスを含む任意の望ましい基板接合プロセスを実行するように設計されている。したがって、システムは、特に基板温度、接合圧力及びチャンバ雰囲気を含む接合動作パラメータを制御するのに適したコントローラを有する。他の実施形態では、システム 400 は、特に、フラットパネル構造体、集積回路デバイスを含む任意のタイプの半導体構造体又は材料の接合、マイクロエレクトロニクス of 3 次元集積、及びマイクロエレクトロメカニカルシステム (MEMS) の包装に使用される。

【0013】

図 6～図 14 を参照すると、接合 (bond) 装置 10 は実質的にクランプとして動作する。装置 10 は、対向するクランピングブロック (この実施形態では、上側ブロックアセンブリ 20 及び対向する下側ブロックアセンブリ 22) を有する。下側ブロックアセンブリ 22 は、1 つ又は複数のウェハを上保持するチャック 21 を有する。図 3 に示すように、1 つ又は複数のウェハ 410、420 の 1 つ又は複数のスタック 430 は、装置 10 のウェハチャック 21 上に位置付けられる。下側ブロックアセンブリ 22 は底部プレート 56 によって支持され、上側ブロックアセンブリは上部プレート 53 によって支持される。底部プレート 56 及び上部プレート 53 は、支柱 42 に可動に接続される。この実施形態では、下側ブロックアセンブリ 22 及び底部プレート 56 は、ウェハ (複数可) / スタック (複数可) を実質的に上側ブロックアセンブリ 20 の支圧面 (bearing surface) 23 S に運ぶか又はほぼ接触させるように Z 方向に沿って上方に移動する。この近接位置に達すると、底部プレート 56 の位置、上部プレート 53 の位置及び上側ブロックアセンブリ 20 の位置が固定され、下側ブロックアセンブリ 22 がウェハスタック 430 に所望の高い接合圧力を印加するように矢印 P1 の方向に沿って上側ブロックアセンブリ 20 へ上向きに移動する。一例では、所望の接合圧力は、200 mm のウェハスタックに対して 90 kN であるか、又は 300 mm のウェハスタックに対して 100 kN である。代替的な実施形態では、上側ブロック 20、又は上側ブロック 20 及び下側ブロック 22 の両方は、ウェハスタック (複数可) 430 に所望の高い接合圧力を印加するように共に移動し、界面接触するウェハ表面 410a、420a 間で接合を行う。さらに以下に詳述するように、上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 は、ウェハ接合界面 405 のエリアにわたって実質的に均一に (すなわち、著しい圧力のばらつきを伴わずに)、且つ界面において実質的にいかなる剪断応力も引き起こさずに (例えば、ウェハの接合界面における剪断応力が実質的にゼロ) 高い接合圧力を伝達する。上記の接合圧力を結果としてもたらず、上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 の荷重分布は、各耐荷 (load bearing) 部材に荷重を与える実質的に真の柱であり、これは、装置の他の部分と同様に上側ブロックアセンブリ及び下側ブロックアセンブリに撓みを引き起こす荷重偏心及び曲げモーメントを実質的になくす。荷重の均一性及び再現性は、装置の耐荷部材としてチャンバハウジング 12 を実質的に通って延びる (bypasses)、装置 10 の構造の骨格 16 によって与えられる。接合界面 405 に対する荷重の均一性は、それぞれ上側ブロック 20 及び下側ブロック 22 のウェハ支圧面 23S、21S を実質的に水平に

又は互いに平行に維持するレベリングシステム 82 を有する装置 10 によってさらに確立され、下側ブロックアセンブリ及び上側ブロックアセンブリによって、ウェハスタック 430 の接合界面 405 に実質的に垂直な接合力が印加されることを確実にする。またさらに後述されるように、上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 は、例示的な実施形態では、それぞれヒータ 30、32（又はウェハ接触面 23S、21S の熱循環のためのサーマルサイクラー）を含み、これらはそれぞれ、耐荷、真空分離システム（load bearing, vacuum isolation system）70、72 によって装置構造から熱分離される。耐荷、真空分離システム 70、72 は、望ましくない熱漏れをなくすと共に、（上側と下側とで釣り合っている（commensurate）高速サイクル時間性能を有する）熱循環部分の熱質量（したがって慣性（inertia））を減らしながら、最適な熱分離性能を提供する上、所望の荷重（例えば、例示的な実施形態では接合圧力荷重）を支持することができる。いくつかの実施形態では、ヒータ 30、32 は、2 つ以上の加熱ゾーンを有することができる。図 18 を参照すると、ヒータ 32 は、ウェハの中心領域を加熱するように構成されている第 1 の加熱ゾーン 32B と、ウェハの周縁を加熱するように構成されている第 2 の加熱ゾーン 32A とを含む。加熱ゾーン 32A は、接合界面 405 全体を通して熱均一性を達成すると共にウェハスタックの縁における熱損失を緩和するために、加熱ゾーン 32B から独立して制御される。

【0014】

装置 10 は、任意の適したタイプ及びサイズのウェハ又は基板 410、420 を接合することができる。例えば、基板 410、420 は、100mm、200mm 又は 300mm の直径の半導体基板とすることができる。図 3 に示す実施形態では、ウェハ 410、420 は互いに実質的に同様である。代替的な実施形態では、スタック 430 は、種々のタイプ又は種々のサイズのウェハを含んでもよい。スタック 430 が、例示の目的のために、2 つのウェハ 410、420 を有するものとして図 3 に示されている。なお、スタック 430 は、共に接合される任意の所望の数のウェハを含んでもよい。接合される表面 410a、410b は、それぞれ接合層 412 及び 422 を含んでもよく、且つ接合層 412、422 は、特に、金属、格子構造体、半導体構造体、絶縁体、接着剤又はガラスであってもよい。

【0015】

図 6～図 14 をさらに詳細に依然として参照すると、接合（bond）装置 10 はチャンバ 12 を含む。チャンバ 12 は、不活性ガスのような制御された雰囲気有するように閉鎖されているか、若しくは他の方法で構成されているか、又は図 7 に示すようにターボポンプシステム 161 を用いて真空状態に保持されている。代替的な実施形態では、装置はチャンバを含まなくてもよい。図 7 に見られるように、チャンバ 12 はアクセスポート 14 を含む。アクセスポート 14 は、図 9A に示すように、キャリア締結具 24 のチャンバ 12 内への配置及び当該チャンバ 12 からの取り出しを可能にするようなサイズになっている。いくつかの実施形態では、図 7 に示すように、予装填チャンバ 15 がポート 14 を通じてチャンバ 12 と連通している。ポート 14 は所望であれば、ポートを閉鎖する扉（図示せず）を有する。排気されるチャンバ 12 内にウェハスタックを装填するためにはまず、ポートの扉を閉鎖し、予め位置合せされているウェハ 410、420 を有するキャリア締結具 24 を予装填チャンバ 15 内に配置する。次に、予装填チャンバ 15 を排気した後、ポートの扉を開放し、予め位置合せされているウェハ 410、420 を有するキャリア締結具 24 をチャンバ 12 内に配置する。その後、ポートを再び閉鎖する。接合されたウェハを取り出すためには、予装填チャンバ 15 を排気した後、ポートの扉を開放し、接合されたウェハ 410、420 を有するキャリア締結具 24 をチャンバ 12 から取り出し、ポートの扉を再び閉鎖する。キャリア締結具 24 は、予め位置合せされているウェハスタック 430 を保持する。図 16 に示すように、キャリア締結具 24 をチャンバ 12 内に出し入れするように移動させるのに、自動であるか又は他の方法で手動で動作する搬送アーム又はスライドのような搬送デバイス 480 を使用する。一実施形態では、図 17A に示すように、キャリア締結具 24 は円形状のリング 280 であり、円形リングの周縁に 12

10

20

30

40

50

0度で離間して対称的に配置されている3つのスペーサ及びクランプアセンブリ (spacer and clamp assemblies) 282a、282b、282cを含む。各スペーサ及びクランプアセンブリ282a、282b、282cは、スペーサ284及びクランプ286を含む。スペーサ284は、第1のウェハ410及び第2のウェハ420を所定の距離にセットするように構成されている。2つのウェハ間に異なる間隔をセットするのに異なる厚さを有するスペーサを選択することができる。スペーサがウェハ間に挿入されると、クランプが2つのウェハの位置を固定するように下方に締め付けられる。各スペーサ284及び各クランプ286は、それぞれリニアアクチュエータ283及び285によって独立して作動される。接合プロセスのために、位置合せされている410、420をキャリヤ締結具24内に配置し、スペーサ284によって離間し、次いでクランプ286によって下方に締め付ける。締め付けられたウェハを有する締結具を接合チャンバ12内に挿入し、次いで各クランプを1つずつ緩め (unclamped)、スペーサを取り除き、次いで再び締め付ける。全てのスペーサを取り除くと、接合プロセスを容易にするように、ウェハは再び締め付けられ、空気圧制御式のセンターピン (center pin: 心軸) 290によって2つのウェハを共に固定し、次いで、力柱460を印加する。ウェハは、自動的に又は手動で調整可能である力を用いて共に固定される。

【0016】

図8に示すように、上側ブロック20及び／又は下側ブロック22のうちの少なくとも一方がチャンバ12内に可動に保持される。図8に示す実施形態では、上側ブロック20及び対向する下側ブロック22が垂直締め付け構成 (vertical clamping configuration: 垂直クランピング構成) で示されている。代替的な実施形態では、対向する上側ブロック20及び下側ブロック22は、水平締め付け構成を含む任意の他の所望の締め付け方向に配置される。例示的な実施形態では、図6に示すように、上側ブロックアセンブリ20は固定され、下側ブロックアセンブリ22は矢印P1によって指示されている向きに沿って可動である。下側ブロックアセンブリ22はまた、本明細書でzドライブ (z-drive: z方向駆動装置) と呼ぶ適した駆動装置100によって (図6に示すように) Z方向に沿って底部支持プレート56と共にユニットとして移動する。例示的な実施形態では、下側ブロック22は可動部分22Mを有し、当該可動部分は、後述するように、適したアクチュエータ52によってzドライブ100から独立して、矢印P1によって指示されている方向に移動することができる。例示的な実施形態では、zドライブ100は、下側ブロックアセンブリ22に支持プレート56との一体的な移動 (gross motion) を提供し、アクチュエータ52は、接合のために下側ブロックアセンブリ22の可動部分22Mを移動させる。代替的な実施形態では、zドライブ100は、指示されているZ方向とは反対の方向に下方に上側ブロックアセンブリ20を移動させる。上側ブロック20及び下側ブロック22は、対応する座面 (seating surface) 23S、21Sを有する。上側ブロックアセンブリ20及び下側ブロックアセンブリ22、並びに座面23S、21Sは、ウェハスタックに対して適した接合圧力を生成するのに所望されるようなサイズになっている。上記のように、且つ後述するように、座面23S、21Sは熱制御を有する (すなわち、加熱及び／又は冷却されることができる)。熱制御は、任意の適したサーマルコントローラによって提供される。一例では、座面21S、23Sは、SiC (炭化ケイ素) のような適度に硬質な材料から成る。

【0017】

次に図7及び図8も参照すると、チャンバ12は、チャンバの内部を外部から分離することができるように実質的に閉鎖されるケーシング又はシェル (shell: 殻体) 16を実質的に備える。示す例示的な実施形態では、ケーシング16は、実質的に環状のものであるが、代替的な実施形態では、ケーシングは任意の所望の形状を有してもよい。チャンバケーシング16は、骨格フレーム又は支持フレーム40によって所望の下部構造体又は基礎構造体18から支持される。下部構造体18は、任意の所望のタイプ及び形状から成り、例示の目的のために、チャンバ12の下に位置する実質的に平坦なプレート18として示されている。下部構造体18は、実質的に剛性であり、代替的な実施形態では、チャン

バに対して任意の所望のサイズ、形状及び位置を有してもよい。装置 10 の骨格フレーム 40 は実質的に剛性の部材を有し、当該部材は、ケーシング 16 に取り付けられると共に、ケーシング 16 を担持する下部構造体 18 に結合される。接合力を印加している間の上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 に対する反応が、チャンバケーシング 16 ではなく、骨格フレーム 40 に分散するように、骨格構造体 40 は、装置 10 の上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 にも取り付けられる。例示的な実施形態では、骨格フレーム 40 は、チャンバ 16 の外部に配置される、実質的に外骨格フレーム (exoskeletal frame) である。代替的な実施形態では、骨格フレーム 40 は、所望であれば、チャンバ内に配置される内骨格フレーム (endoskeletal frame) としてもよい。例示的な実施形態では、骨格フレーム 40 は、実質的に剛性の支柱 42 を備える (例示の目的のために 3 つの支柱が示されているが、任意の所望の数の支柱を使用してもよい)。支柱 42 の一端が下部構造体 18 に固定される (anchored)。支柱 42 は、ケーシング 16 の周囲に実質的に等間隔に分散される。支柱 42 のサイズ及び形状は、所望の剛性を得るように選択される。骨格フレーム 40 はまた、上部取り付けプレート 46 を含んでもよい。図 7 に最も良く示されるように、取り付けプレート 46 は、溶接、蝕着又はメカニカルファスナのような任意の所望の取り付け手段によってケーシング 16 に取り付けられる。代替的な実施形態では、ケーシング 16 及び取り付けプレート 46 は一体的な部材として形成してもよい。取り付けプレート 46 は実質的に剛性の部材である。プレート 46 の剛性は、接合押圧によって加わる反応荷重に少なくとも応じて、支柱 42 を含む骨格フレーム 40 の残りの剛性と実質的に釣り合うものである。代替的な実施形態では、ケーシング 16 と、チャンバ 12 内の他の接合押圧構成要素とを骨格フレームに取り付ける取り付けプレート 46 は、任意の他の所望の形状を有してもよい。図 8 に最も良く示されるように、支柱 42 は、取り付けプレート 46 の他端に取り付けられる。各支柱 42 と取り付けプレート 46 との接続部 44 は、ベースプレート 18 の方へ且つ当該ベースプレート 18 から離れる方向に支柱 42 の軸に沿って軸方向荷重を支持することができる双方向であり得る。各支柱の接続部 44 は、接合押圧中にチャンバ及び装置の構成要素からの静荷重と、静荷重及び動荷重との両方の下で各支柱 42 の実質的に均一な荷重を確実にするように、(支柱の軸に沿って上下両方に) 調整可能である。例示的な実施形態では、接続部 44 は、取り付けプレート 46 との界面の両側において実質的に対称である。接続部 44 は、係合部材 44 E (例えば、ねじ山付きアーム) を含んでもよく、当該係合部材は、支柱 42 を (例えば、ポジティブ係合面 (positive engagement surface) 又は締め付けによって) 係合すると共に、取り付けプレートからの荷重に耐える支圧面を有する。接続部 44 は、取り付けプレートから、係合部材 44 E の支圧面への均一な荷重分布を確実にするために支圧要素を含んでもよい。代替的な実施形態では、チャンバのケーシングを担持する骨格フレーム 40 の支柱 42 と取り付けプレート 46 との間の接続、及び接合押圧は、任意の適した構成を有してもよい。例示的な実施形態では、接合動作中に支柱 42 の望ましくない変位をなくすために、(例えば、係合部材 44 E にトルクを与えることによって) 接続部 44 に予圧を与えてもよい。

【0018】

図 8 に最も良く示されるように、且つ上記のように、例示的な実施形態では、上側ブロックアセンブリ 20 及び下側ブロックアセンブリ 22 は、骨格フレーム 40 に取り付けられる。上側ブロックアセンブリ 20 は、以下にさらに詳述するように、スパン支持構造体 (span support structure) 53 によって骨格フレーム 40 に取り付けられる。上側ブロックアセンブリ 20 からの接合押圧荷重を含む静荷重及び動荷重は、スパン構造体 53 によって実質的に全て支持され、スパン構造体 53 によって取り付けプレート 46 を介して支柱 42 に分散する。下側ブロックアセンブリ 22 は、シート構造体 (seat structure) 56 を介して支柱 42 に取り付けられる。示す例示的な実施形態では、シート構造体 56 は実質的に、スパン (span: スパン構造体) 56 S と、ブロック支持シート (block support seat: ブロック支持シート構造体) 56 T とを有する。代替的な実施形態では、下側ブロックを支持するシート構造体は、任意の他の所望の構成を有してもよい。代替的な実

施形態では、例えばプレートとして示されているが、任意の他の所望の形状を有することができるスパン構造体 56 S は、リニアスライド 43 によって支柱 42 に取り付けられる。したがって、例示的な実施形態では、シート構造体 56、したがって下側ブロックアセンブリ 22 は、矢印 z によって指示されている方向（z 方向）に移動することができる。支柱 42 は、下側ブロックの z 方向の移動（z movement）のためのガイドとして作用することができる。図 8 に示す例示的な実施形態では、任意の適した駆動装置（例えば、電気式リニア駆動装置、空気圧式駆動装置、油圧式駆動装置等）とすることができる z ドライブ 100 は、スパン構造体 56 S に接続され、シート構造体 56 と下側ブロックアセンブリ 22 とをユニットとして z 方向に移動させることができる。z ドライブ 100 は、下部構造体 18 に取り付けることができる。図 8 に見えるように、支持シート 56 T は下側ブロックアセンブリ 22 に接続される。例示的な実施形態では、支持シート 56 T は実質的にケーシング 16 内に延びる。（示す例では、ケーシングのクロージャプレート 16 P に取り付けられている）ケーシング 16 と、支持シート 56 T との間にあるベローズシール 16 S は、チャンバの内部を分離すると共に、シート構造体 56 及び下側ブロックアセンブリ 22 の z 方向の移動（motion）に対応する。図 8 に示すシート構造体 56 は単に例示であり、代替的な実施形態では、当該構造体は任意の所望の構成を有してもよい。例示的な実施形態では、シート構造体 56 は、下側ブロックアセンブリ 22 の底部と係合するシート面（seat surface）58 を有する。

【0019】

図 8 に最も良く示されるように、下側ブロックアセンブリは、ウェハ支持面 21 S と、ヒータ（又はサーマルサイクラー）32 と、フランジ 36 と共にチャック 21 を実質的に含む。ヒータ 32 は、フランジ 36 によって支持される。ヒータ 32 は、さらに後述する、耐荷、真空分離システム 72 によってフランジ 36 から熱分離される。フランジ 36 は、温度調節器（例えば、水冷却システム）によって所望の定常温度に維持される。チャック 21 は、ウェハ支持面 21 S、したがって当該面に載る（seat）ウェハがヒータ 32 によって加熱されるように、ヒータ 32 に接続される。チャック 21、ヒータ 32 及びフランジ 36 は、ブロックアセンブリ 22 の可動セクション 22 M を形成する。可動セクション 22 M は、図 9 に示すように、ブロックアセンブリ 22 のベースセクション 22 B に対して方向 P1 に可動である。例示的な実施形態では、ブロックアセンブリ 22 は、z ドライブの移動から独立して可動部分 22 M を作動させ、且つブロックアセンブリ 22 の座面 21 S にわたって実質的に均一に分布する力柱を生成するアクチュエータ 52 を含む。例示的な実施形態では、アクチュエータ 52 は加圧気体によって駆動するが、代替的な実施形態では、アクチュエータは、ウェハ座面にわたって実質的に均一に分布する力柱を生成することができる油圧式手段又は磁気手段によって駆動してもよい。図 8 に示す例示的な実施形態では、アクチュエータ 52 は、可動プレート部材 54 と、ベース部材又は反応部材 55 とを有する。この実施形態では、ベース部材 55 は、シート構造体 56 の表面 58 に載せて固定される。図 13 に示すように、ベローズシール 52 B は、アクチュエータ 52 のプレート部材 54 とベース部材 55 とを結合し、チャンバの内部からアクチュエータを分離する。なお、所望の気体（例えば、洗浄空気又は不活性ガス、N₂）が作動のためにプレート部材 54 とベース部材 55 との間に導入される。気体の圧力は、ウェハスタックを接合するために所望の高い圧力（例えば、200 mm のウェハに対して約 90 kN 又は 300 mm のウェハに対して約 100 kN）を達成するように制御される。プレート部材 54 は、例示的な実施形態では、プレート面 54 F とウェハ支持面との間に、ウェハ支持平面に実質的に垂直である荷重を与える実質的に均一な力柱を提供するために、チャック 21 のウェハ支持面 21 S と（例えば形状、サイズが）実質的に同様であると共にこれと平行に位置合せされる圧力面（pressure face surface）54 F を有する。図 13 に示すように、接合圧力は圧力計 295 によって監視される。いくつかの実施形態では、圧力面 54 F のサイズは、種々のサイズのウェハに対応するために手動機構又は自動機構を介して調整される。なお、アクチュエータによるウェハ支持面に対する荷重の直交性（orthogonality）は、プレート圧力面とウェハ支持面との平坦性及び平行性を制御することに

よって容易に達成することができる。

【0020】

図9に示すように、例示的な実施形態における下側ブロック22は、上側ブロックアセンブリ20のウェハ座面23Sと共に下側ブロックアセンブリのウェハ支持面21Sを水平にするレベリングシステム82も含む。例示的な実施形態では、プレート部材54、したがって下側ブロックアセンブリ22の可動セクション22Mは、レベリングシステム82によって制御されるとき以外はベース55に対して気体層に載っており、ベース55から離れて位置している (positionally decoupled: 位置決め可能に離される)。例示的な実施形態では、レベリングシステム82は、図12に示すように、リニアガイド部分84と、回転ガイド部分又はジンバル部分86とを含む。リニアガイド部分48は、ウェハ支持面21Sの行程が (横方向の移動を全く伴わずに) 矢印P1によって指示されている方向に実質的に軸方向であるように、可動ブロックセクション22Mの移動を案内する。回転ガイド部分86は、ウェハ支持面21Sが移動せずにウェハ接合界面405の中心に対応する (図10に示す) 中心点85を中心として回転し且つ／又は傾くことができるように可動部分22Mの運動を案内する。レベリングシステム82は、自律式／自動であってもよい、又は所望であれば手で動作してもよい。例示的な実施形態では、リニアガイド部分84は、図13に示すように、リニア軸受アセンブリ84Bにおいて可動に支持されるガイドロッド84Rを含む。図13に示すように、ガイドロッド84Rはプレート部材54に接続される。代替的な実施形態では、リニアガイド部分84は任意の他の所望の構成を有してもよい。図13に示すように、例示的な実施形態では、リニア軸受アセンブリ84Bは、半球形の軸受アセンブリによって画定されるジンバル86に嵌合している。半球形の軸受面の半径は、接合界面中心85から延びる。ジンバル86は、支持シート56Tに取り付けることができる。代替的な実施形態では、ジンバル部分は任意の他の所望の構成を有してもよい。さらに他の代替的な実施形態では、リニアガイド部分及びジンバル部分は、任意の他の所望の配置で嵌合していてもよい。図13に見えるように、レベリングシステム82は接合動作中に、アクチュエータ52、又は下側ブロックアセンブリの任意の他の部分がリニアガイド部分84及びジンバル部分86に荷重を与えないように位置付けられる。例示的な実施形態では、ジンバル部分86は、軸受面を固定及び固定解除するために予圧を与えられている。予圧は、任意の所望の予圧システムタイプ、例えば、気圧又は油圧、機械圧力又は電気機械圧力を軸受面に印加することによって達成することができる。予圧システムは、適したコントローラ (図示せず) によって制御可能であってもよい、又は所望の固定された限界に設定されてもよい。レベリングシステム82は、上側ブロックアセンブリに対する下側ブロックアセンブリの動的レベリングを可能にする。これは、上部アセンブリ及び底部アセンブリが平行でないとき、又はウェハスタックが楔形である場合に起こる過剰な拘束状態をなくす。軸受自体は接合荷重を受けず、回転の中心は、起こる任意の回転がウェハのずれを起こさないようにウェハの平面にある。

【0021】

図20を参照すると、別の実施形態では、レベリングシステム82は、アクチュエータ52の荷重を支持すると共に接合荷重に耐えるように位置付けられている。ジンバル部分86は、固定プレート55の下に位置付けられ、固定プレート55、可動プレート54、並びに上に載っているフランジ36、熱分離システム72、ヒータ32、チャック21及びウェハ (図示せず) を支持する。この実施形態では、印加される力柱のベースのサイズが様々なサイズのウェハに対応するように調整される。固定プレート55は、ベローズシール52Bを含む (with) 縁と、ピストン又はゾーンシール52Z1及び52Z2を含む選択可能な中間位置とで可動プレート54を封止する。ベローズシール52Bと、中間ゾーンシール52Z1及び52Z2との封止位置は、接合する必要があるウェハスタックのサイズに基づいて、且つ印加する力柱のベースエリアを確定するように選択する。選択されたシール間の封止された領域に加圧気体を充填する。一例では、縁にあるベローズシール52Bの位置は、8インチ (約20.32cm) のウェハ、ゾーンシール52Z1は6インチ (約15.24cm) のウェハを接合するように、及びゾーンシール52Z2は4

10

20

30

40

50

インチ（約 10.16 cm）のウェハを接合するように選択される。

【0022】

次に図 14 も参照すると、上記のように、下側ブロックアセンブリは、ヒータを支持しているブロックアセンブリの嵌合部分からヒータ 32 を熱分離する熱分離システム 72 を有する。同様に上記のように、例示的な実施形態では、熱分離システムは、耐荷真空分離システムである。図 13 に見えるように、分離システム 72 は、荷重経路を横切ってアクチュエータ 52 からウェハ支持面 21 S に位置付けられる。したがって、熱分離システム 72 は接合圧力荷重を支持する。図 14 に見えるように。システム 72 は、プレート 78 とダイヤフラム 76 との間に閉じ込められる耐荷真空層（load-bearing vacuum layer）を実質的に備える。ダイヤフラム 76 は、耐荷領域の外部にあるベローズ 74 を介してプレート 78 に接続されている。ダイヤフラム 76 は、Inconel（商標）のような任意の適した材料から成ることができ、且つ任意の適した手段、例えば溶接によってベローズ 74 の開放端に接続されることができ。図 14 に見えるように、ベローズ 74 はブロックアセンブリの耐荷部分の外部に配置され、ダイヤフラム 76 は耐荷部分内に位置付けられる。ダイヤフラム 76 は、低い熱膨張率（CTE）を有する材料を含むプレート 78 によって支持される。一例では、プレート 78 は、Schott AG によって製造されているガラスセラミック「Zerodur」（商標）から成る。プレート 78 は、図 15 に示すように、接合している間に圧縮荷重に耐えるために、十分な強度を有しながらもダイヤフラム 76 の接触エリアを最小限にするように形成される表面 78 S を有する。この構造体 72 は、熱伝達を最小限にするために連続的に排気される。上記のように、ダイヤフラムとの接触エリアを最小限にするために、例えば機械加工することによって、又は任意の他の適した形成プロセスによって表面 78 S は形成されるため、これによって、ダイヤフラム 76 と低い CTE の材料層 78 との間の熱接触エリアが限定され、小さくなる。なお、低い CTE の材料層 78 はまた、低い熱伝導率を有してもよい。図 15 に示す例示的な実施形態では、接触面 78 S は、ダイヤフラム 76 と接触する隆起した突起を有する。突起は、図 15 に概略的に示されており、任意の適した形状を有することができる。例えば、突起は、ダイヤフラムと接触する側が先細になっている断面を有してもよい。突起の数及びサイズは、ダイヤフラム／低い CTE の材料層界面にわたって所望の荷重用量及び伝熱特性を達成する必要に応じたものとして行うことができる。なお、分離システム 72 によってもたらされる断熱（thermal break）は、ヒータ 32、チャック 21 及びウェハスタック 430 の急速な熱循環を可能にする。

【0023】

図 8 を再び参照すると、例示的な実施形態では、上記のように、上側ブロックアセンブリ 20 は下側ブロックアセンブリ 22 と実質的に同様である。例示的な実施形態では、上側ブロックは、スタック接合のために制御された水平面（control level surface）を提供し、レベリングシステム 82 は、上記のように、下側ブロックアセンブリのウェハ支持面 21 S を上側ブロックアセンブリのウェハ支持面 23 S に平行にする（level）ように動作する。代替的な実施形態では、上側ブロックアセンブリ 20 は、統合されたレベリングシステムを有してもよい。この実施形態では、上側ブロックアセンブリ 20 は可動でない。他の実施形態では、上側ブロックアセンブリ 20 は、ブロックアセンブリ 22 と同様に（下側ブロックのヒータ 32 及びフランジ 36 と同様の）チャック 23、ヒータ 30 及び支持フランジ 34 を含む可動部分 20 M を有することができ、当該可動部分は、アクチュエータ 50 によって矢印 P1 によって指示されている方向に作動する。図 8 に見えるように、例示的な実施形態では、耐荷真空熱分離システム 70 は、上記のシステム 72 と同様に、ヒータ 30 とフランジ 34 との間の断熱を画定する。代替的な実施形態では、アクチュエータ 50 はまた、アクチュエータ 52 と同様であってもよい。アクチュエータ 50 は、図 16 に示すように、プレート部材 57 と、ベローズシール 53 B によってプレート部材に結合されている反応部材又はベース部材 55 とを有してもよい。例示的な実施形態では、ベローズシール 53 B は、可動部分 20 M を静的状態でベース部材 55 から支持するように構成されている。アクチュエータ動作中のプレート部材の変位の改善された制御

を提供するために静的状態の間にベローズ 53B に予圧を与える予圧ブロック 59 を設けてもよい（例えば、予圧ブロックが上側ブロックアセンブリの可動部分の重量に起因するベローズのばね力に抗する）。図 8 に見えるように、例示的な実施形態では、アクチュエータのベース部材 51 が、接続セクション 102 によってスパン部材 53 に接続されると共に当該スパン部材 53 から支持されている。接続セクション 102 は、伸張を実質的に全く伴わずにベース部材 51 とスパン部材 53 との間に z 方向の移動による荷重 (z loads) を伝達するために、軸 z において実質的に剛性である。接合プロセス中は、接続セクション 102 は、固定された接続部 (pinned connection) として作用するため、接合によるモーメントを伝達することができない。図 8 に示す例示的な実施形態では、接続セクション 102 は、一端 103 をベース部材 55 に結合されている環状シェル又は壁 102w を含む。壁 102w は、スパン部材 53 との間に延びると共に当該壁 102w をスパン部材 53 に結合するフランジ 106 を有する。フランジ 106 は、壁 102w 又はスパン部材 53 と一体形成してもよい。フランジの厚さは、フランジとスパン部材との界面においてスパン部材の厚さと同様である。フランジ 106 は、スパン部材 53 と一体形成される場合、任意の所望の方法（例えば溶接）で壁 102w に結合されるか、又はその逆である。フランジ 106 は、壁 102w をスパン部材 53 からずらすように作用するため、スパン部材 53 の結合部に対する壁 102w の曲げ剛性を減少させ、且つ壁 102w がアクチュエータのベース部材 51 とスパン部材 53 との間に接合荷重を伝達することを実質的に不可能にする。なお、これは、ウェハスタックをチャンバ内で接合するためにアクチュエータが加圧されるときにベース部材 51 が実質的に平坦なままであることを可能にする。

【0024】

本発明のいくつかの実施形態を説明した。しかしながら、本発明の精神及び範囲から逸脱せずに種々の変更がなされることが理解されるであろう。したがって、他の実施形態も添付の特許請求の範囲内にある。

【符号の説明】

【0025】

- 10 接合 (bond) 装置
- 100 任意の適した駆動装置（例えば、電気式リニア駆動装置、空気圧式駆動装置、油圧式駆動装置等）とすることができる z ドライブ
- 102 接続セクション
- 102w 環状シェル又は壁
- 102W 壁
- 102w 壁
- 103 一端
- 106 フランジ
- 12 チャンバ
- 12 チャンバハウジング
- 14 アクセスポート
- 14 ポート
- 15 予装填チャンバ
- 16 チャンバケーシング
- 16 チャンバの内部を外部から分離することができるように実質的に閉鎖されるケーシング又はシェル (shell: 殻体)
- 16 装置 10 の構造の骨格
- 161 ターボポンプシステム
- 16P ケーシングのクロージャプレート
- 16S ケーシング 16 と支持シート 56T との間にあるベローズシール
- 18 チャンバ 12 の下に位置する実質的に平坦なプレート
- 18 ベースプレート

1 8	下部構造体	
1 8	下部構造体又は基礎構造体	
2 0	上側ブロック	
2 0	上側ブロックアセンブリ	
2 0 M	可動部分	
2 1	チャック	
2 1 S	ウェハ支持面	
2 1 S	チャック 2 1 のウェハ支持面	
2 1 S	ブロックアセンブリ 2 2 の座面	
2 1 S	下側ブロックアセンブリのウェハ支持面	10
2 2	下側ブロック	
2 2	下側ブロックアセンブリ	
2 2 B	ブロックアセンブリ 2 2 のベースセクション	
2 2 M	ブロックアセンブリ 2 2 の可動セクション	
2 2 M	下側ブロックアセンブリ 2 2 の可動セクション	
2 2 M	可動ブロックセクション	
2 2 M	可動部分	
2 3	チャック	
2 3 S	上側ブロックアセンブリ 2 0 のウェハ座面	
2 3 S	上側ブロックアセンブリ 2 0 の支圧面 (bearing surface)	20
2 3 S	上側ブロックアセンブリのウェハ支持面	
2 3 S、2 1 S	上側ブロック 2 0 及び下側ブロック 2 2 のウェハ支圧面	
2 3 S、2 1 S	対応する座面 (seating surface)	
2 3 S、2 1 S	ウェハ接触面	
2 4	キャリヤ締結具	
2 8 0	円形状のリング	
2 8 2 a、2 8 2 b、2 8 2 c	円形リングの周縁に 1 2 0 度で離間して対称的に配置されている 3 つのスペーサ及びクランプアセンブリ (spacer and clamp assemblies)	
2 8 3 及び 2 8 5	リニアアクチュエータ	
2 8 4	スペーサ	30
2 8 6	クランプ	
2 9 0	空気圧制御式のセンターピン (center pin：心軸)	
2 9 5	圧力計	
3 0	ヒータ	
3 0、3 2	ヒータ	
3 0 0	従来技術のウェハ接合システム	
3 0 1	中心エリア	
3 0 2	ウェハスタック	
3 0 2	第 1 の球面エリア	
3 0 2	(wafer stack：ウェハ積層体) ウェハスタック	40
3 0 3	別の球面エリア	
3 0 4	変位が 1 μ の範囲であるエリア	
3 0 5	接合界面	
3 0 6	中心領域	
3 0 7	縁領域	
3 0 7	周縁領域	
3 0 8、3 0 9 及び 3 1 1	エリア	
3 1 0	第 1 のウェハ	
3 1 0 a	第 1 の表面	
3 1 0 b	第 2 の表面	50

3 1 2	接合層	
3 2	ヒータ	
3 2	ヒータ（又はサーマルサイクラー）	
3 2 0	第 2 のウェハ	
3 2 0 a	第 1 の表面	
3 2 0 b	第 2 の表面	
3 2 2	接合層	
3 2 A	ウェハの周縁を加熱するように構成されている第 2 の加熱ゾーン	
3 2 B	ウェハの中心領域を加熱するように構成されている第 1 の加熱ゾーン	
3 4	フランジ	10
3 4	支持フランジ	
3 5 0	力	
3 6	フランジ	
4 0	骨格フレーム	
4 0	骨格フレーム又は支持フレーム	
4 0	骨格構造体	
4 0	装置 1 0 の骨格フレーム	
4 0 0	ウェハ接合システム	
4 0 0	システム	
4 0 1、4 0 2 及び 4 0 3	均一な変位を有する層	20
4 0 4	ばらつきを有しない均一な応力領域	
4 0 5	ウェハ接合界面	
4 0 5	接合界面	
4 0 6	中心領域	
4 0 7	周縁領域	
4 1 0	第 1 のウェハ	
4 1 0	第 1 の半導体ウェハ	
4 1 0、4 2 0	ウェハ	
4 1 0、4 2 0	ウェハ又は基板	
4 1 0、4 2 0	基板	30
4 1 0、4 2 0	接合されたウェハ	
4 1 0、4 2 0	1 つ又は複数のウェハ	
4 1 0 a	第 1 の表面	
4 1 0 a、4 1 0 b	接合される表面	
4 1 0 a、4 2 0 a	界面接触するウェハ表面	
4 1 0 b	第 2 の表面	
4 1 2、4 2 2	特有のタイプの接合を促進するように構成されている接合層	
4 1 2 及び 4 2 2	接合層	
4 2	支柱	
4 2	実質的に剛性の支柱	40
4 2 0	第 2 のウェハ	
4 2 0 a	第 1 の表面	
4 3	リニアスライド	
4 3 0	1 つ又は複数のスタック	
4 3 0	ウェハスタック	
4 3 0	ウェハスタック（複数可）	
4 3 0	スタック	
4 3 0	予め位置合せされているウェハスタック	
4 4	接続部	
4 4 E	係合部材（例えば、ねじ山付きアーム）	50

4 5 0	力柱	
4 6	取り付けプレート	
4 6	上部取り付けプレート	
4 6 0	第 2 の力柱	
4 6 0	力柱	
4 8 0	自動であるか又は他の方法で手動で動作する搬送アーム又はスライドのような搬送デバイス	
5 0	アクチュエータ	
5 1	アクチュエータのベース部材	
5 1	ベース部材	10
5 2	アクチュエータ	
5 2	実質的に均一に分布する力柱を生成するアクチュエータ	
5 2 B	ベローズシール	
5 2 Z 1 及び 5 2 Z 2	ピストン又はゾーンシール	
5 2 Z 1 及び 5 2 Z 2	中間ゾーンシール	
5 3	スパン構造体	
5 3	スパン支持構造体 (span support structure)	
5 3	スパン部材	
5 3	上部プレート	
5 3 B	ベローズ	20
5 3 B	ベローズシール	
5 4	アクチュエータ 5 2 のプレート部材	
5 4	プレート部材	
5 4	可動プレート	
5 4	可動プレート部材	
5 4 F	プレート面	
5 4 F	圧力面 (pressure face surface)	
5 5	プレート部材に結合されている反応部材又はベース部材	
5 5	ベース	
5 5	ベース部材	30
5 5	ベース部材又は反応部材	
5 5	固定プレート	
5 6	シート構造体 (seat structure)	
5 6	底部プレート	
5 6 S	スパン (span: スパン構造体)	
5 6 S	スパン構造体	
5 6 T	ブロック支持シート (block support seat: ブロック支持シート構造体)	
5 6 T	支持シート	
5 7	プレート部材	
5 8	シート構造体 5 6 の表面	40
5 8	下側ブロックアセンブリ 2 2 の底部と係合するシート面 (seat surface)	
5 9	予圧ブロック	
7 0	耐荷真空熱分離システム	
7 0、7 2	耐荷、真空分離システム (load bearing, vacuum isolation system)	
7 2	ヒータを支持しているブロックアセンブリの嵌合部分からヒータ 3 2 を熱分離する熱分離システム	
7 2	構造体	
7 2	耐荷、真空分離システム	
7 2	熱分離システム	
7 2	分離システム	50

7 4	耐荷領域の外部にあるベローズ	
7 6	ダイヤフラム	
7 8	プレート	
7 8	低い C T E の材料層	
7 8	低い熱膨張率 (C T E) を有する材料を含むプレート	
7 8 S	接触面	
7 8 S	表面	
8 2	レベリングシステム	
8 2	実質的に水平に又は互いに平行に維持するレベリングシステム	
8 4	リニアガイド部分	10
8 4 B	リニア軸受アセンブリ	
8 4 R	ガイドロッド	
8 5	接合界面中心	
8 5	中心点	
8 6	ジンバル	
8 6	ジンバル部分	
8 6	回転ガイド部分	
8 6	回転ガイド部分又はジンバル部分	
8 6	半球形の軸受アセンブリによって画定されるジンバル	
F E A - D I S P L A C E M E N T 変位の有限要素解析		20
F E A - V O N M I S E S S T R E S S F E A のミーゼス応力		

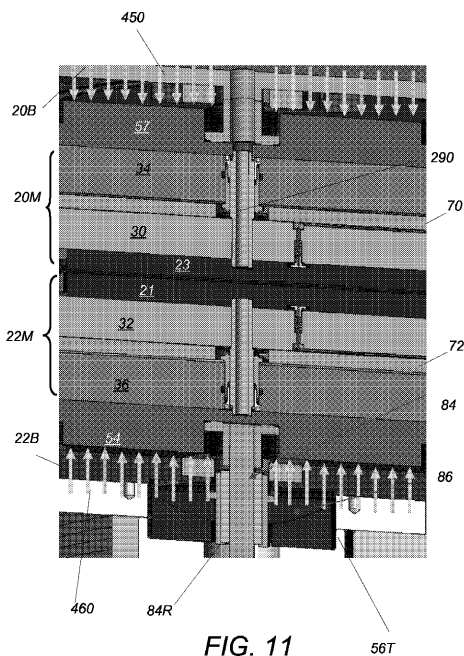
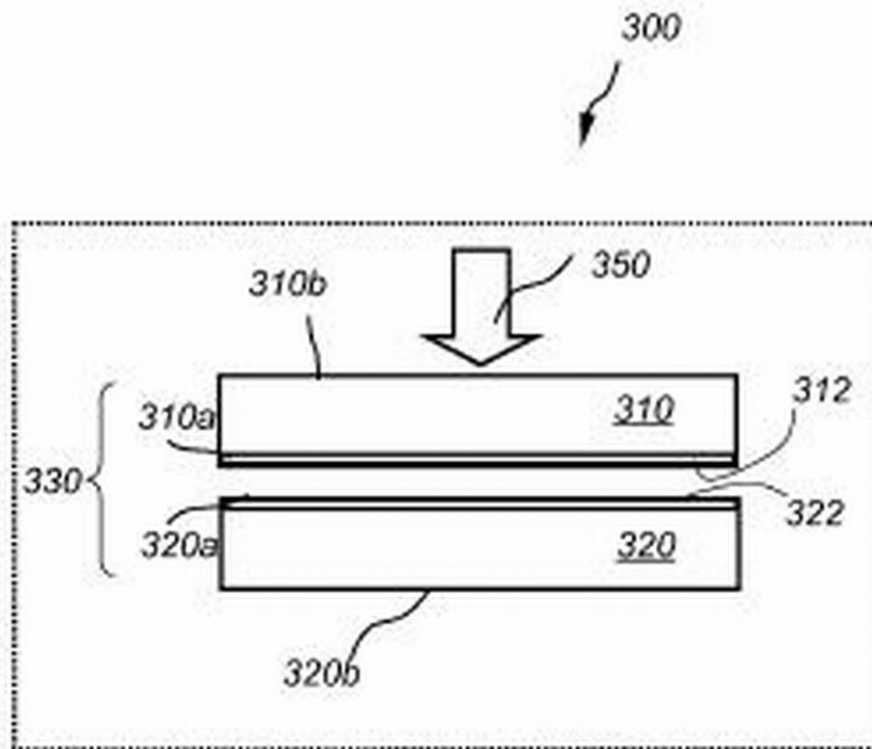
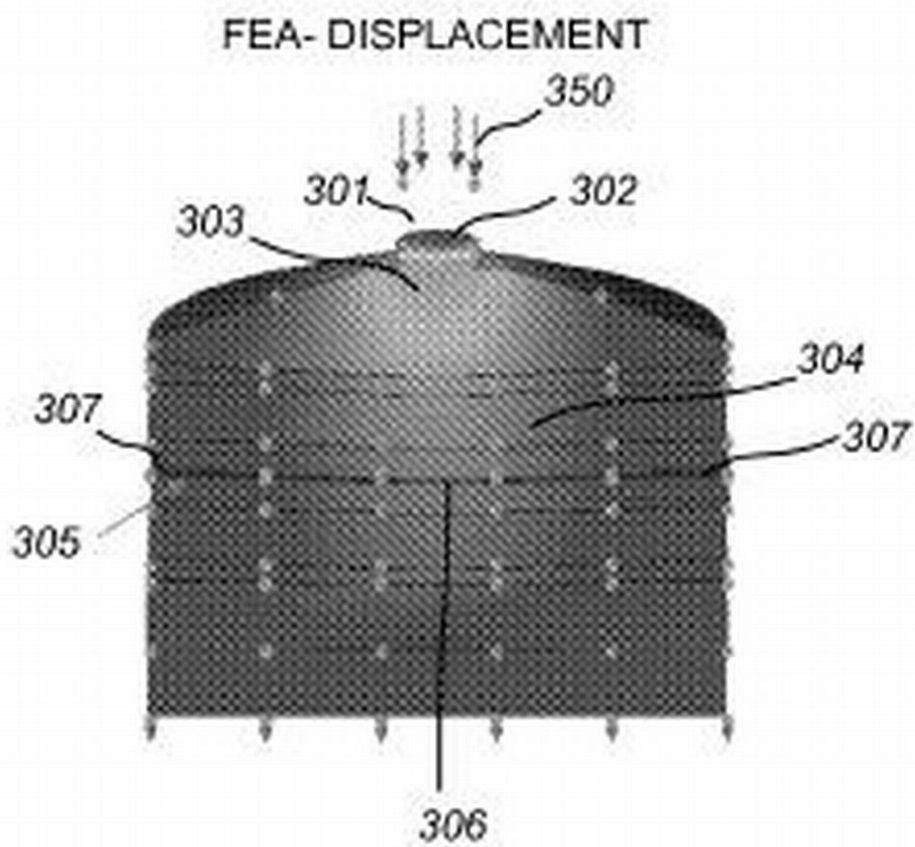


FIG. 11

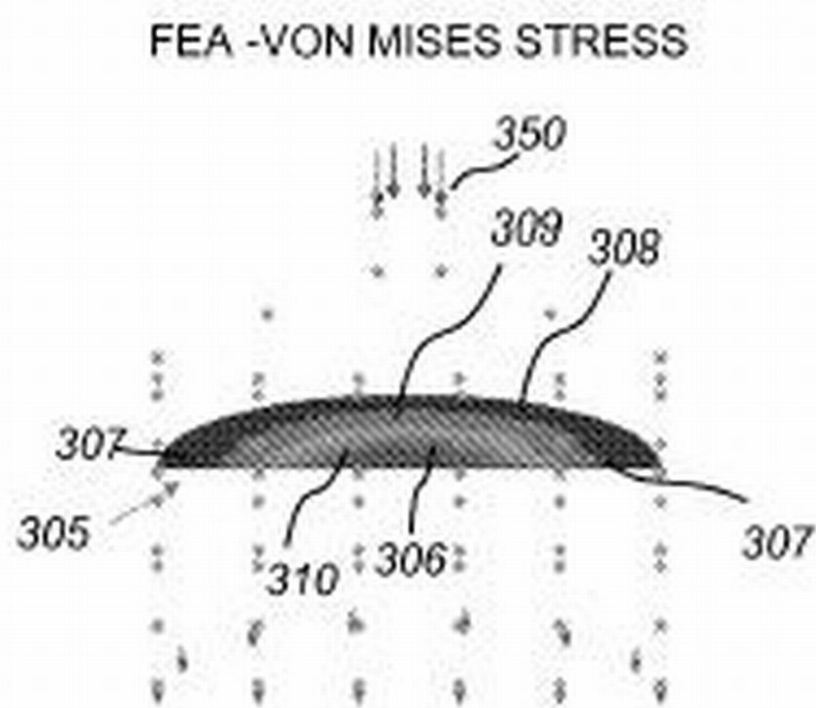
【図 1】



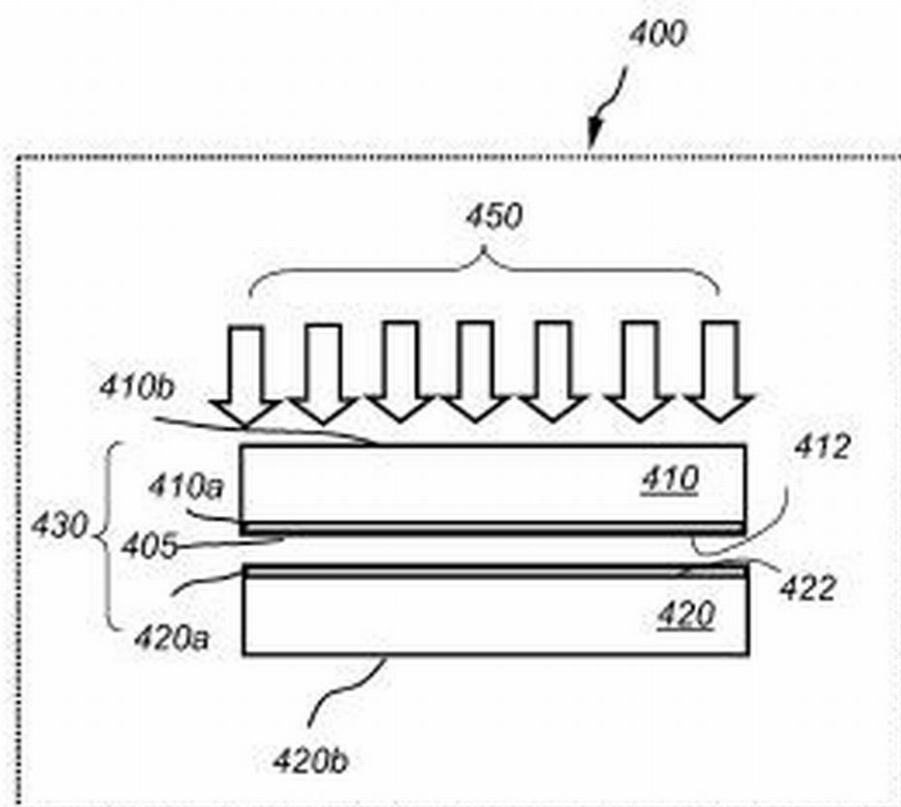
【図 2 A】



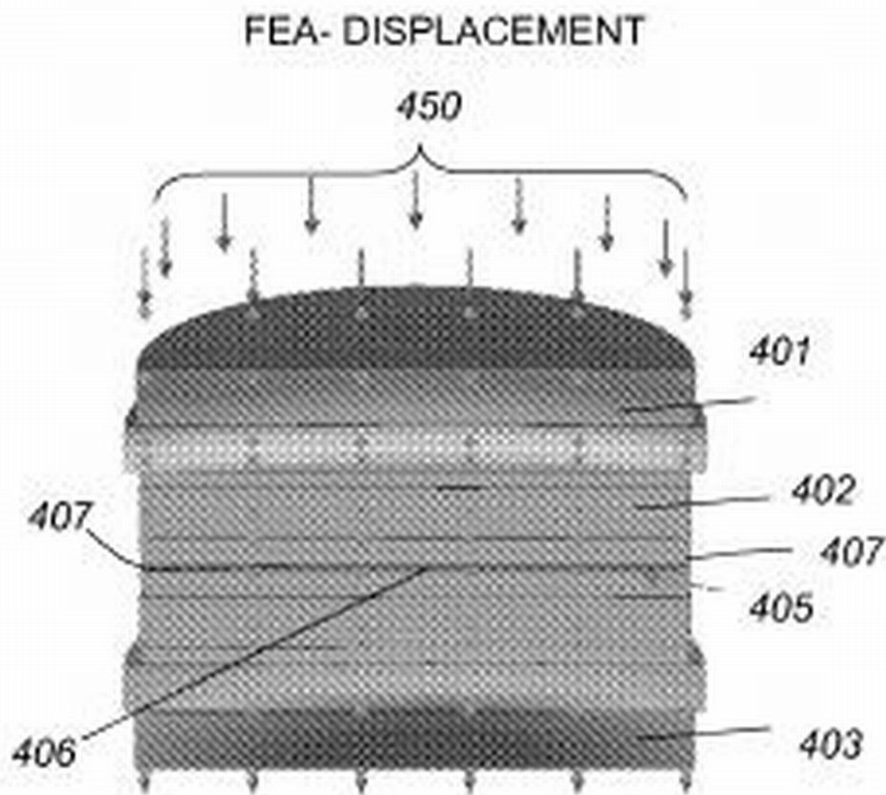
【図 2 B】



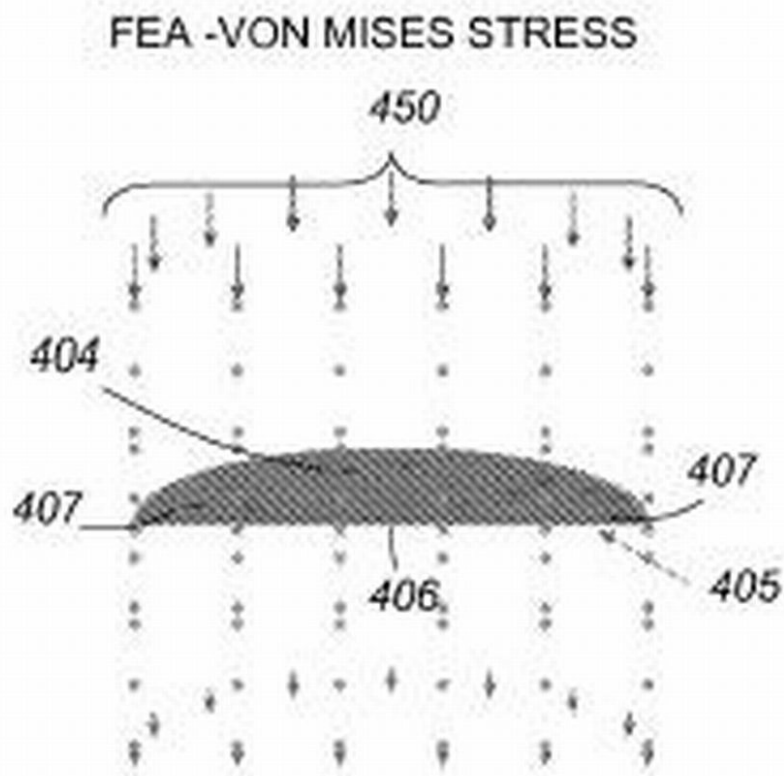
【図 3】



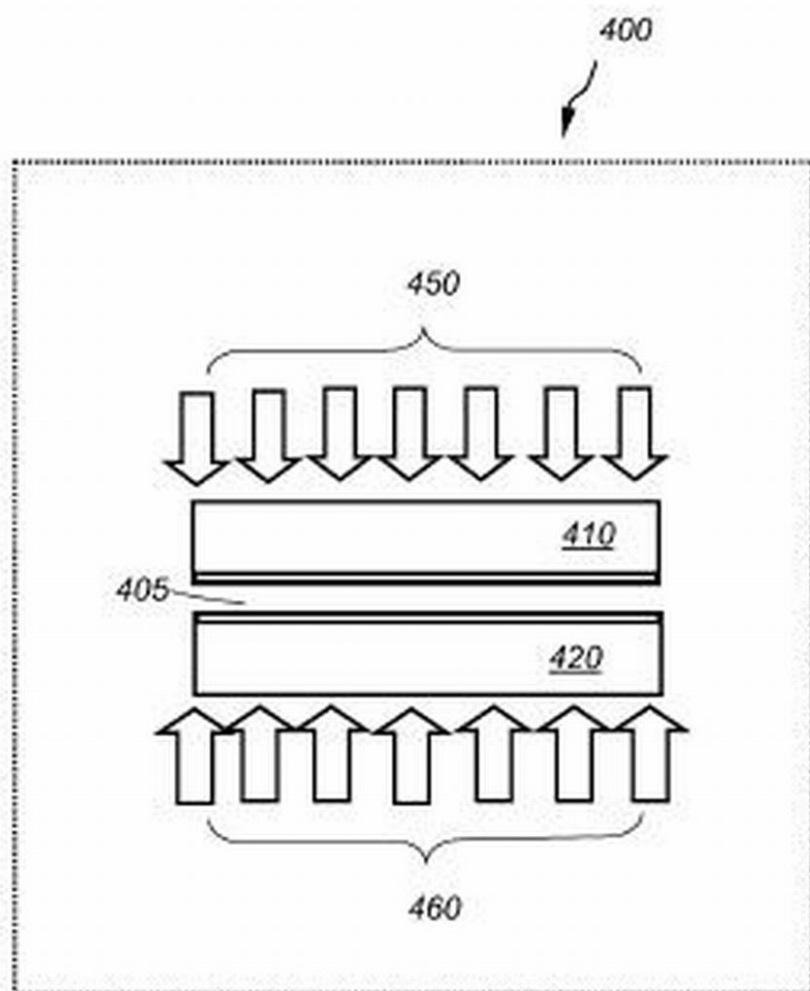
【図 4 A】



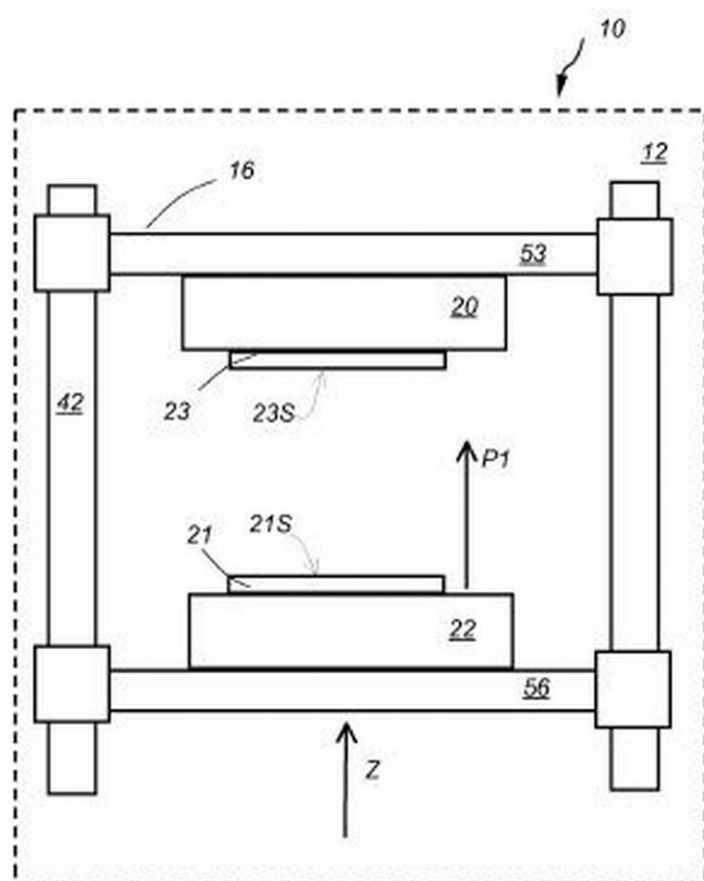
【図 4 B】



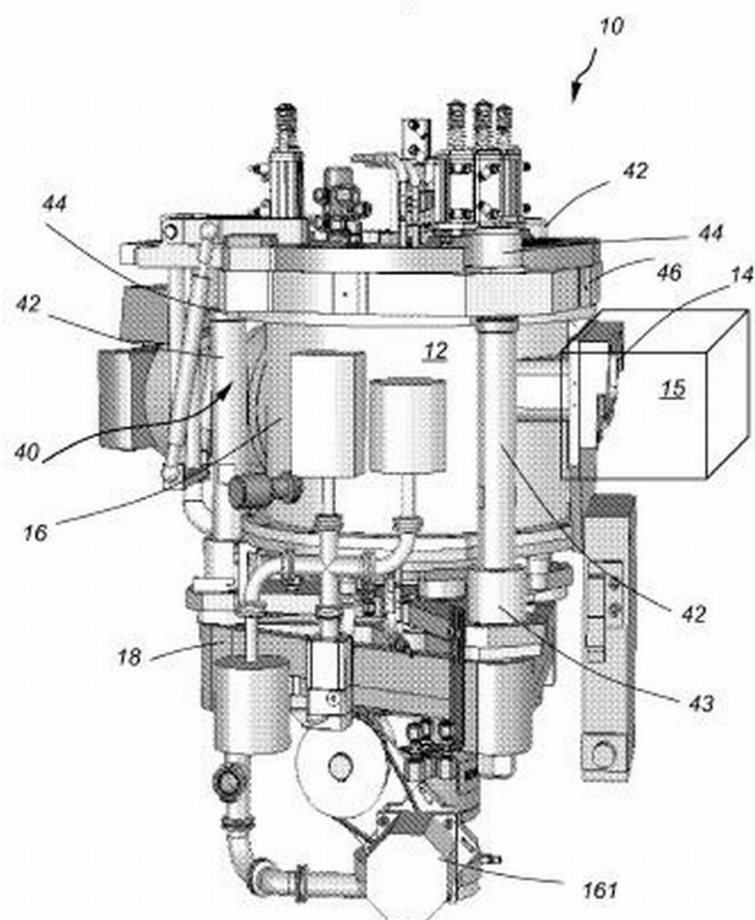
【図 5】



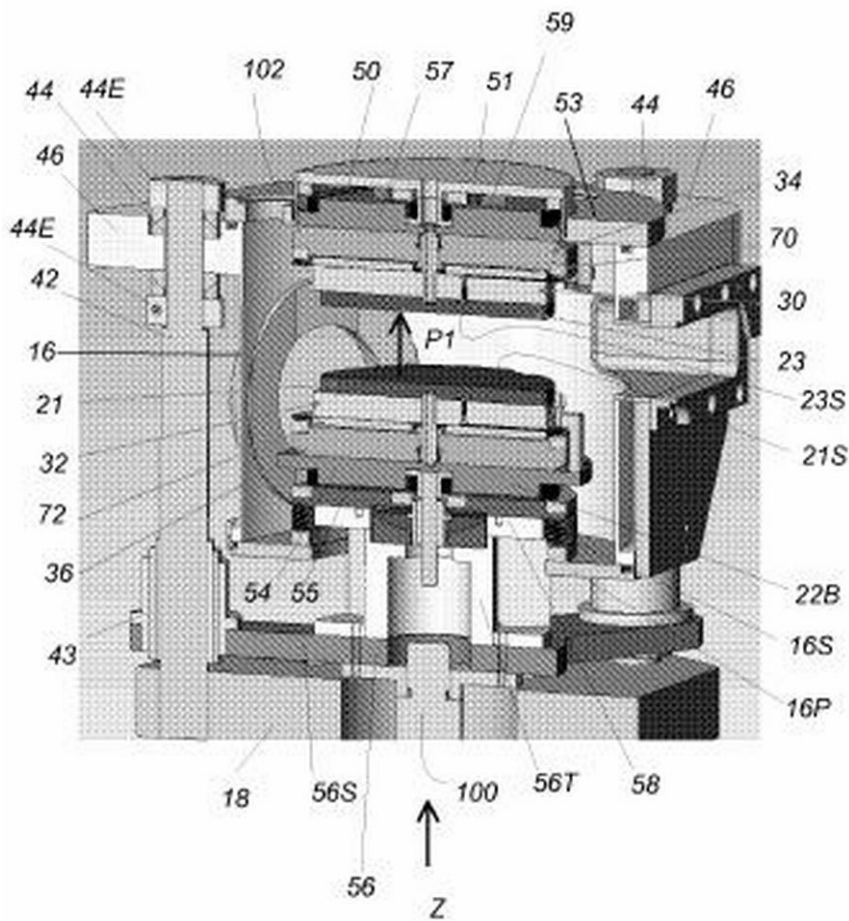
【図 6】



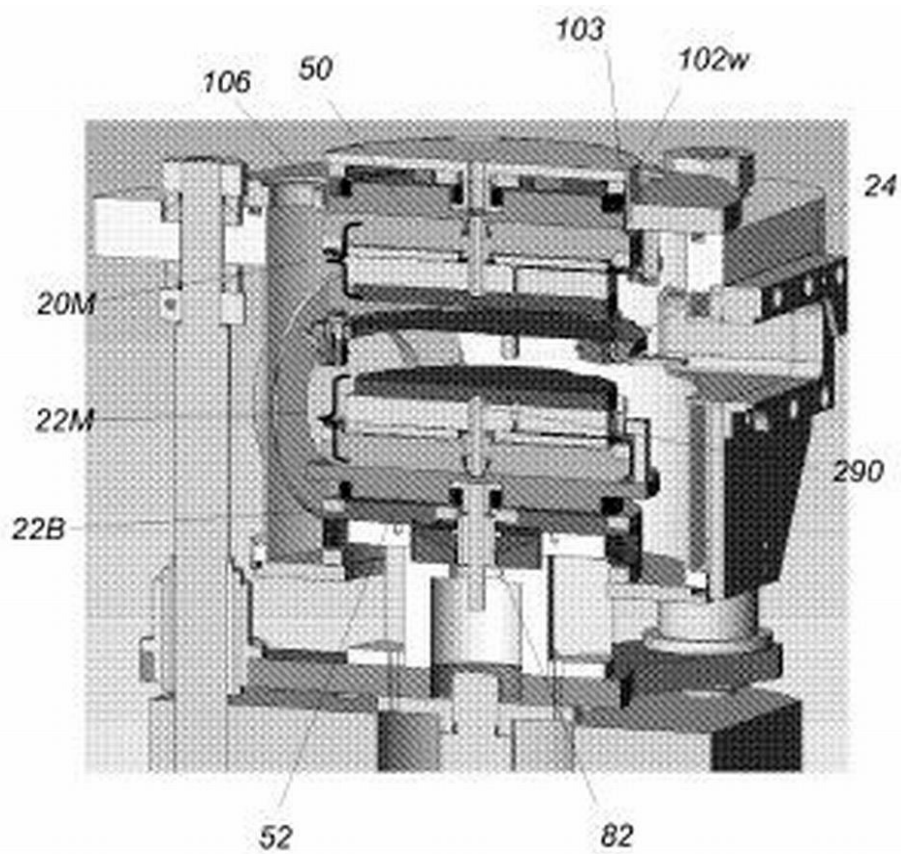
【図 7】



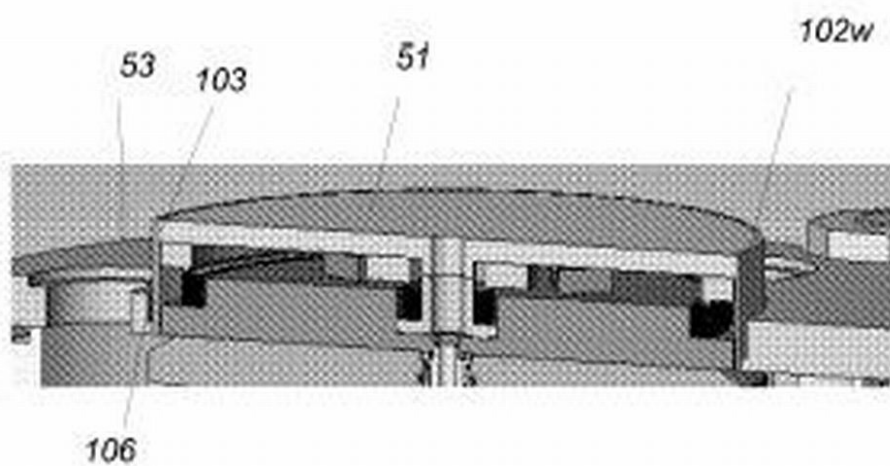
【図 8】



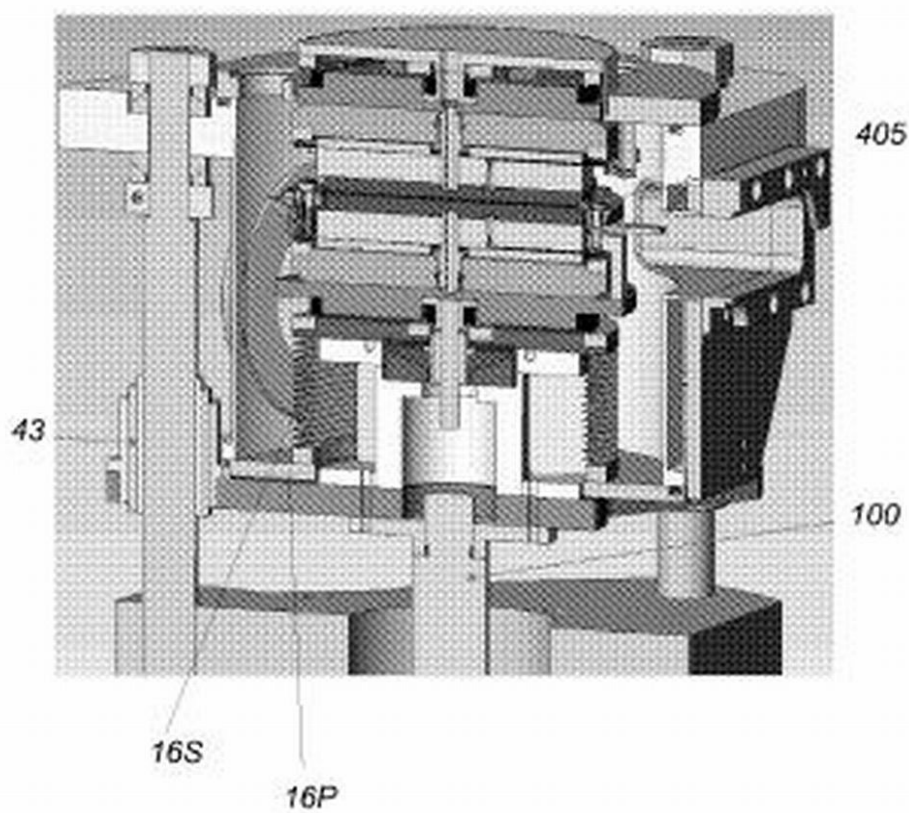
【図 9 A】



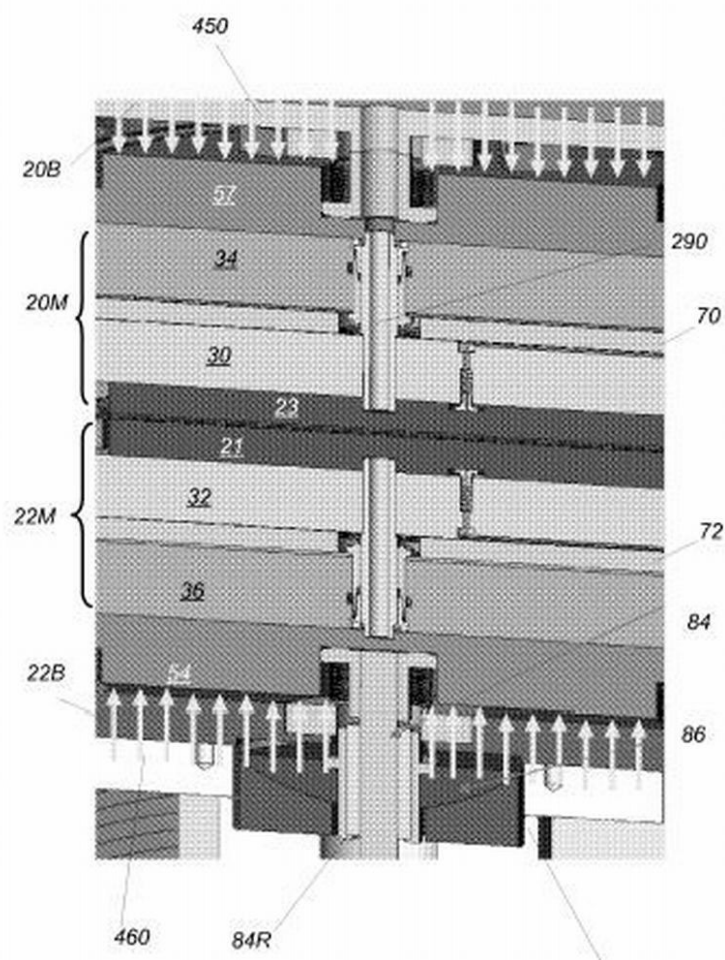
【図 9 B】



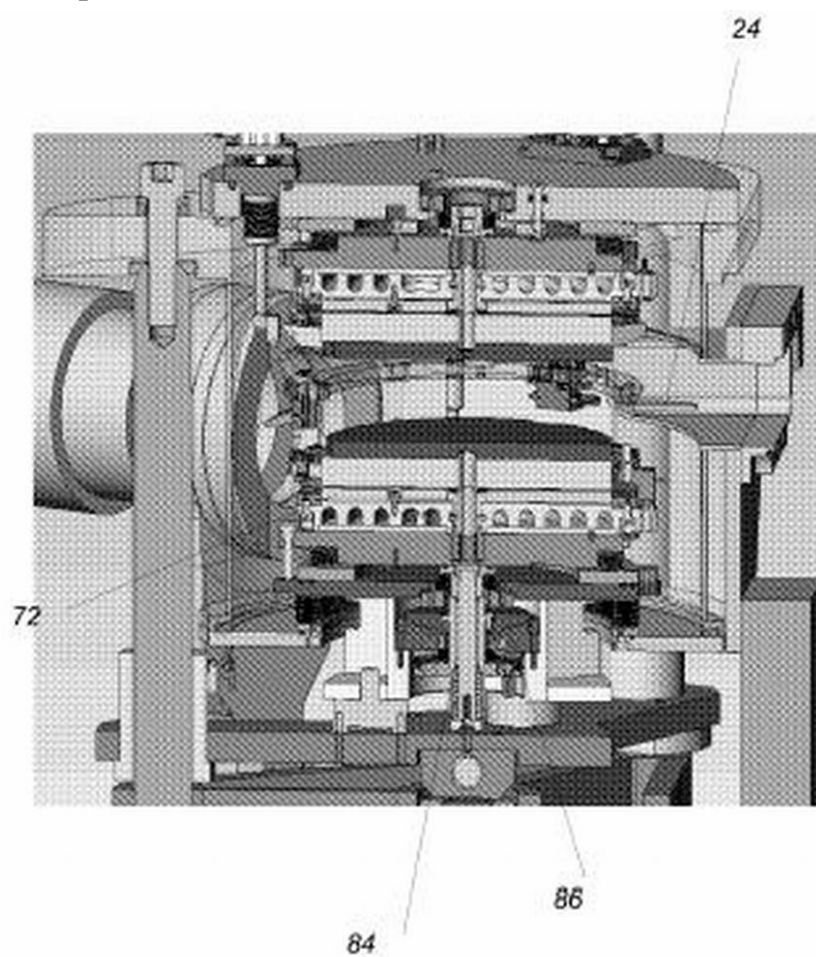
【図 10】



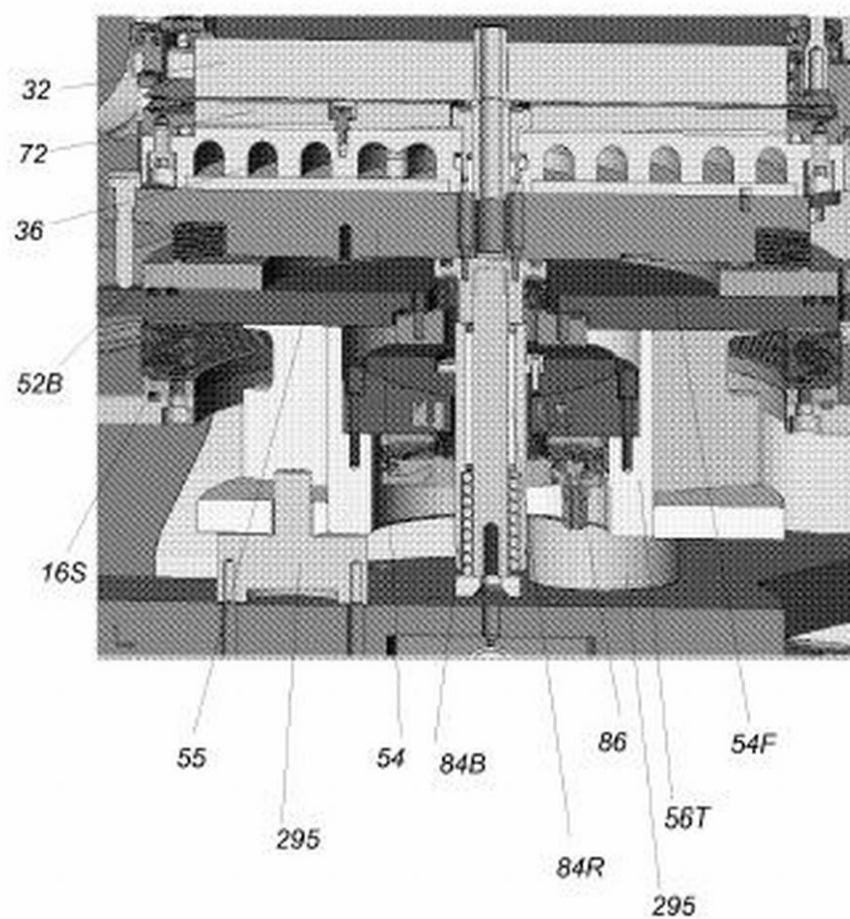
【図 11】



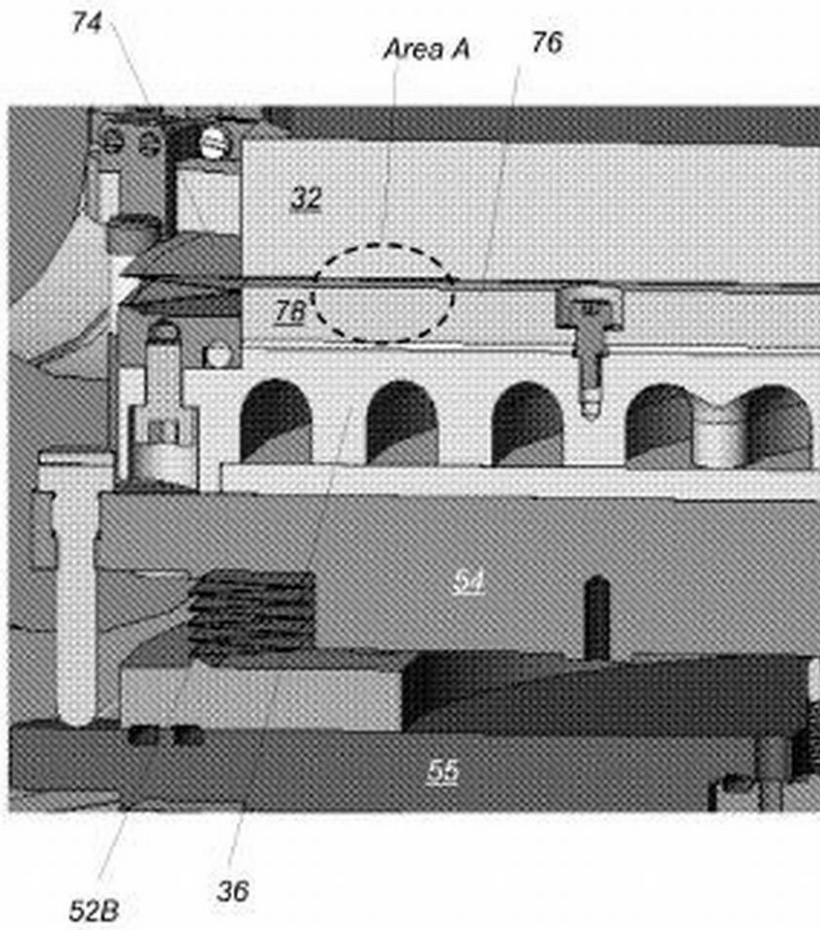
【図 12】



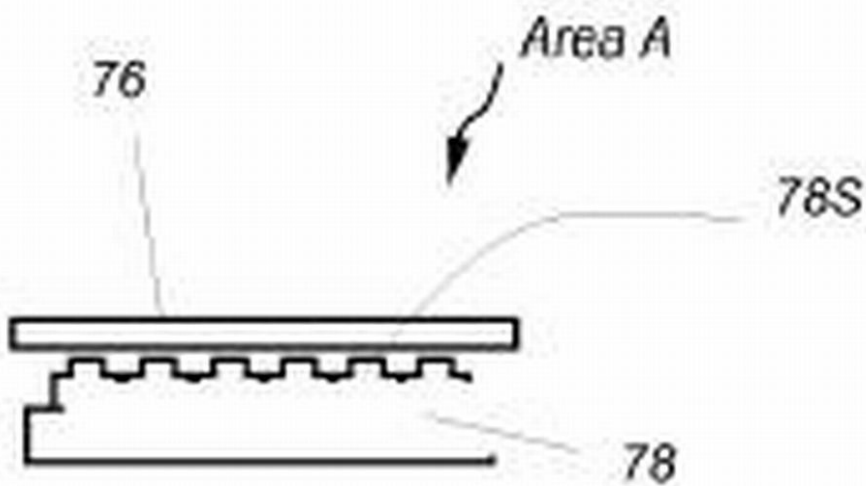
【図 13】



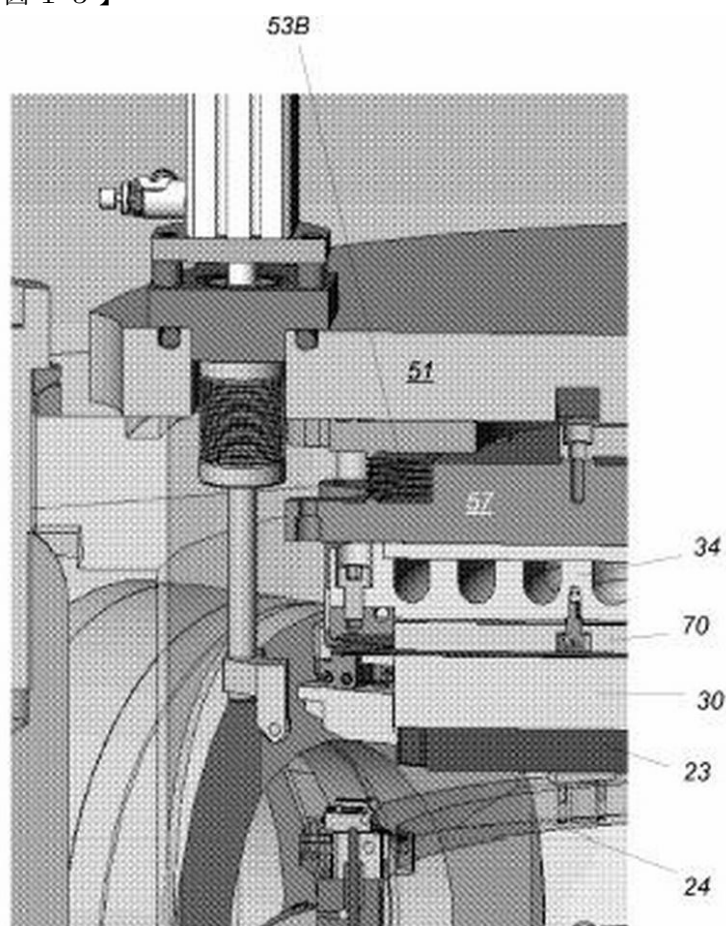
【図 1 4 A】



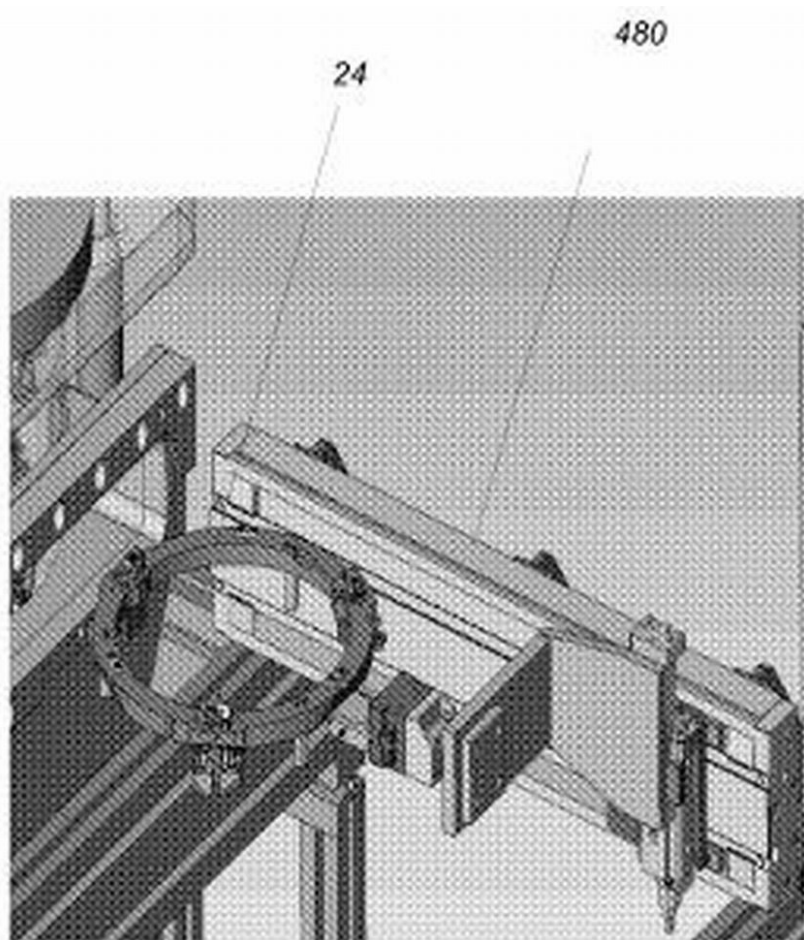
【図 1 4 B】



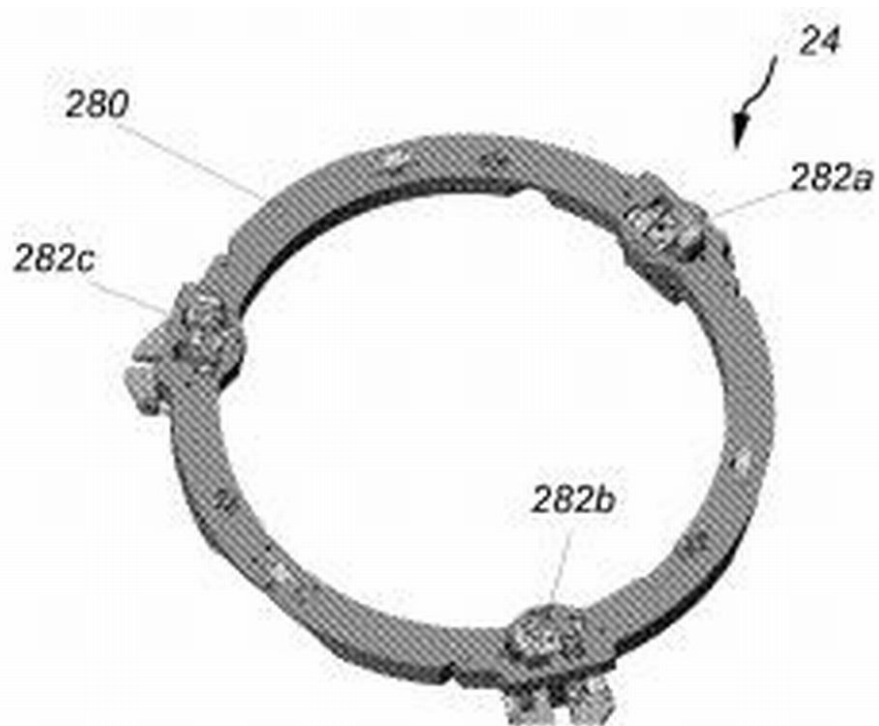
【図 15】



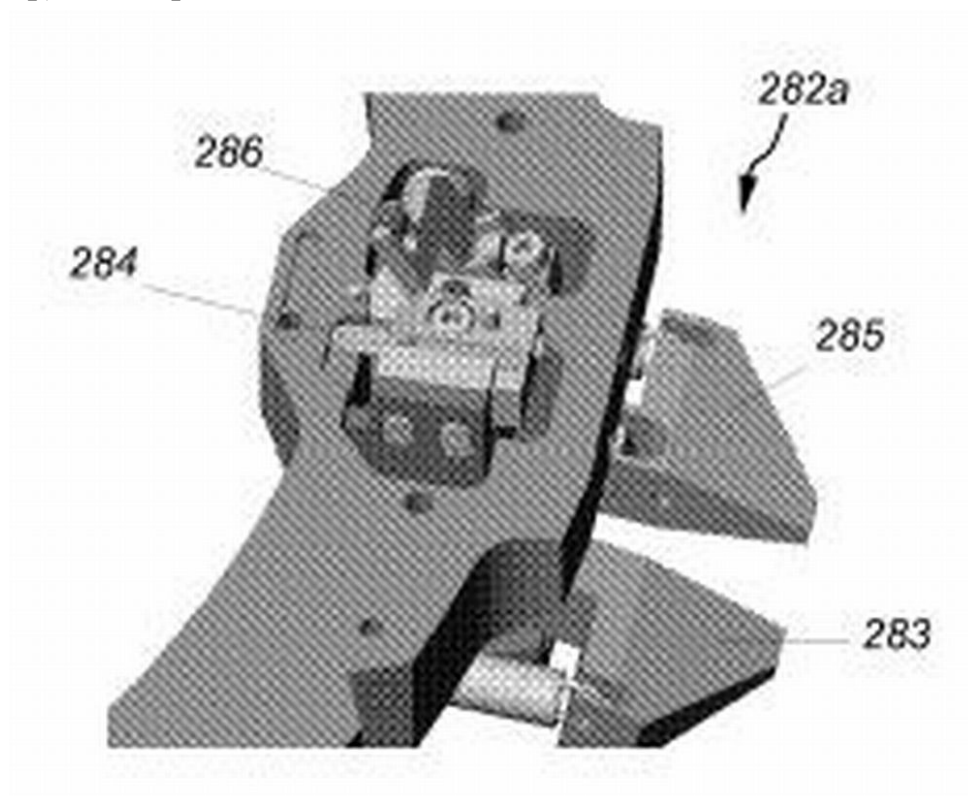
【図 16】



【図 17 A】

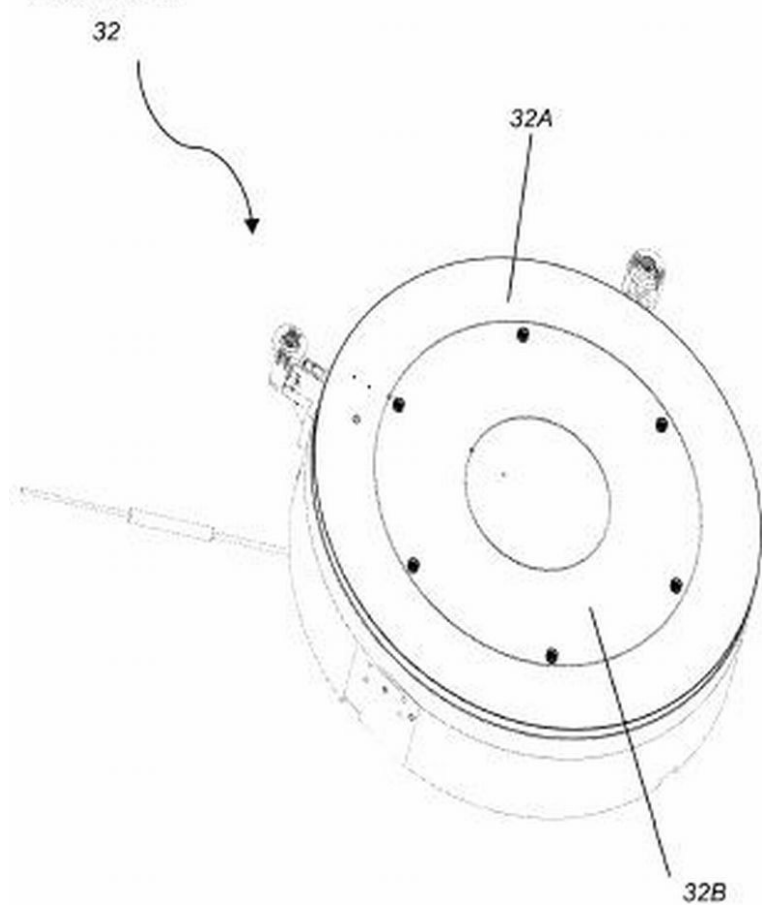


【図 17 B】

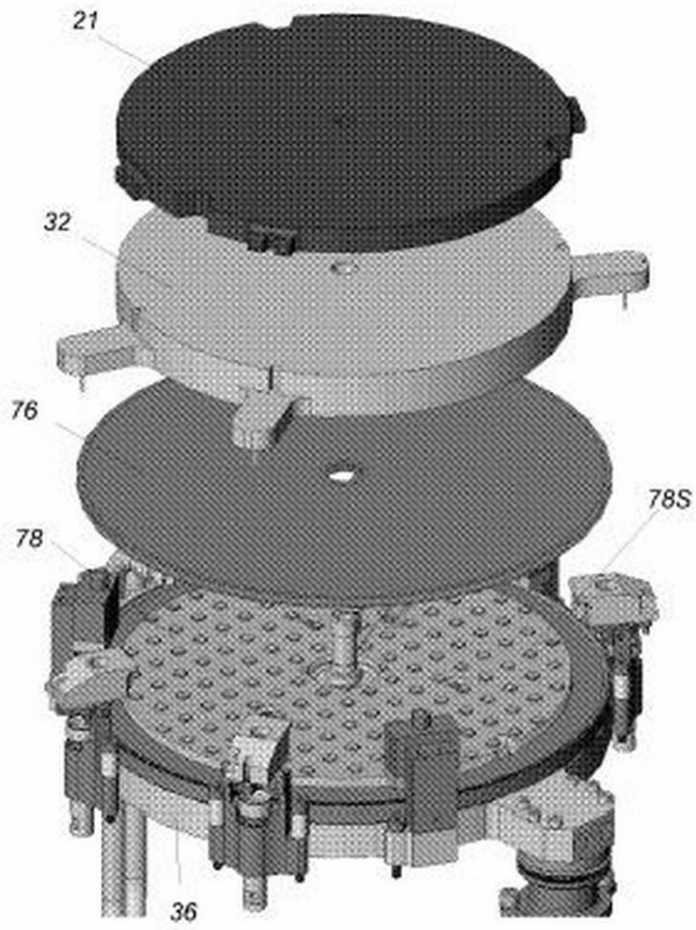


【図 18】

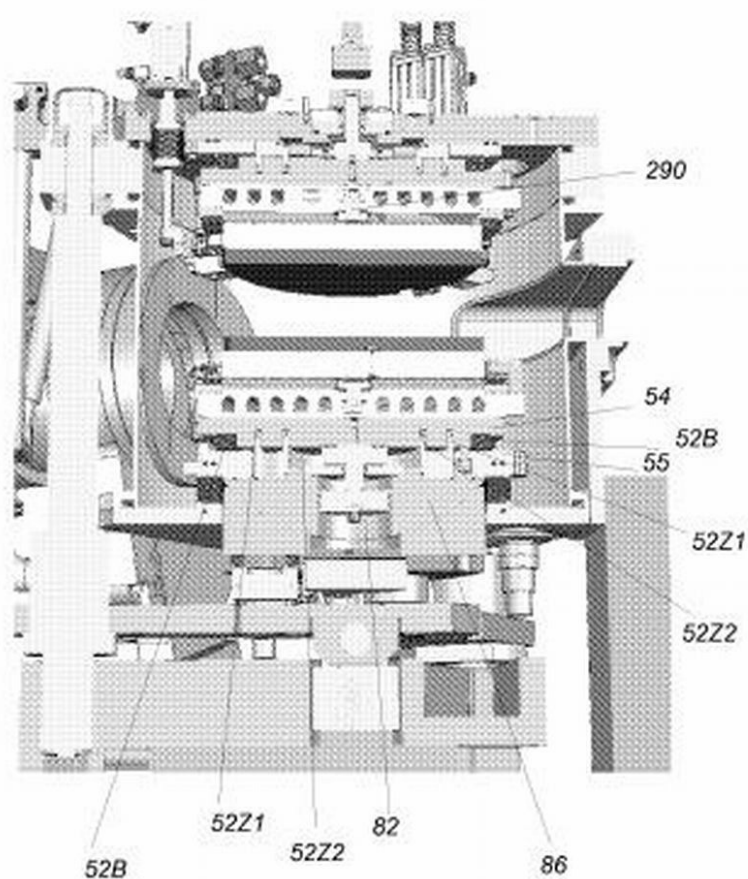
Wafer Heater



【図 19】



【図 20】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 07/71857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01L 21/58; H01L 21/683 (2007.10) USPC - 438/118 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) IPC(8) - H01L 21/58; H01L 21/683 (2007.10) USPC - 438/118 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched IPC(8) - H01L 21/58; H01L 21/683 (2007.10) -see keyword below- USPC - 438/118 -see keyword below - Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(USPT,PGPB,EPAB,JPAB); Google patent; Google scholar Search terms: Chamber, pressure, force, semiconductor wafer, flat panels, integrated circuits, MEMS, vacuum, wafer, actuator, ram, pressurized, gas, fluid, magnetic, thermal, temperature, control, heater		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6,875,636 B2 (BRANDENBURG et al.) 05 April 2005 (05.04.2005), Abstract; Fig 2; col 2, ln 19-23; col 2, ln 55-58	1-80
Y	US 2004/0106268 A1 (SHAHEEN et al.) 03 June 2004 (03.06.2004), entire document, especially abstract	1-80
Y	US 6,829,988 B2 (GEORGE et al.) 14 December 2004 (14.12.2004), Fig 2; col 2, ln 10-12; col 4, ln 11-14; col 4, ln 18-20; col 4, ln 20-25; col 4, ln 44-46; col 4, ln 50-53; col 5, ln 18-20; col 5, ln 24-27; col 5, ln 30-32; col 5, ln 53-56; col 6, ln 43-48	3, 4, 9, 15-26, 32-38, 43, 44, 49, 55-66, 72-78
Y	US 6,383,890 B2 (TAKISAWA et al.) 07 May 2002 (07.05.2002), Figure 15, col. 2, ln. 13-16; col. 10, ln. 53-56; col. 12, ln. 1-20; col. 13, ln. 47-48; col. 14, 34-37	4, 22, 23, 27-31, 39, 40, 44, 62, 63, 67-71, 79, 80
Y	US 7,037,804 B2 (KELLAR et al.) 02 May 2006 (02.05.2006), col. 6, ln. 13-14	8, 48
Y	US 6,950,758 B2 (MORFORD) 27 September 2005 (27.09.2005), Fig 10; col 7, ln 61-63; col 9, ln 24-27	18-26, 58-66
Y	US 6,969,667 B2 (LIEBESKIND et al.) 29 November 2005 (29.11.2005), col 5, ln 3-7	19-23, 59-63
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 November 2007 (05.11.2007)		Date of mailing of the international search report 20 DEC 2007
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

フロントページの続き

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

(72)発明者 ジョージ, グレゴリー

アメリカ合衆国, ブイティー 05677, ウォーターバリー センター, 228 ズース ドライブ, ズース マイクロテク, アイエヌシー.

(72)発明者 ハンコック, エティエン

アメリカ合衆国, ブイティー 05677, ウォーターバリー センター, 228 ズース ドライブ, ズース マイクロテク, アイエヌシー.

(72)発明者 キャンベル, ロバート

アメリカ合衆国, ブイティー 05677, ウォーターバリー センター, 228 ズース ドライブ, ズース マイクロテク, アイエヌシー.