

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-4322

(P2012-4322A)

(43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int.Cl.

H01L 21/60 (2006.01)

F 1

H01L 21/60

311T

テーマコード(参考)

5FO44

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2010-137650 (P2010-137650)

(22) 出願日

平成22年6月16日 (2010.6.16)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

(74) 代理人 110000877

龍華国際特許業務法人

(72) 発明者 菅谷 功

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

株式会社ニコン内

(72) 発明者 田中 慶一

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

株式会社ニコン内

F ターム(参考) 5F044 PP16 PP19 RR02

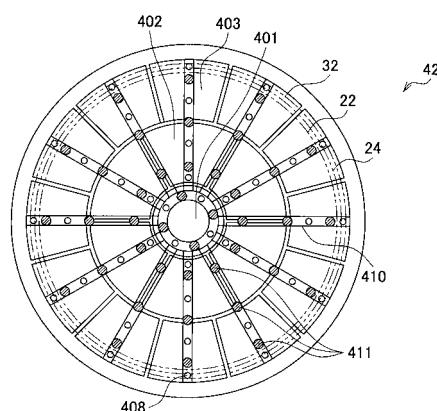
(54) 【発明の名称】基板貼り合せ装置、積層半導体装置製造方法及び積層半導体装置

## (57) 【要約】

【課題】加圧により基板を接合する場合に、基板縁の角の部分が応力集中により破壊されるおそれがある。

【解決手段】重ね合わされた複数の基板を加圧および加熱して貼り合わせる一対の加圧ユニットを備え、一対の加圧ユニットの各々は、複数の基板の一面を押圧する押圧板と、押圧板を介して複数の基板を加熱する加熱部と、複数の基板の一面の外周より内側の領域において加熱部を加圧することにより、加熱部および押圧板を介して複数の基板の一面を加圧する加圧部とを有する基板貼り合わせ装置が提供される。

【選択図】図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

重ね合わされた複数の基板を加圧および加熱して貼り合わせる一対の加圧ユニットを備え、

前記一対の加圧ユニットの各々は、

前記複数の基板の一面を押圧する押圧板と、

前記押圧板を介して前記複数の基板を加熱する加熱部と、

前記複数の基板の前記一面の外周より内側の領域において前記加熱部を加圧することにより、前記加熱部および前記押圧板を介して前記複数の基板の前記一面を加圧する加圧部と

を有する基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 2】

前記加圧部が前記加熱部を加圧する領域は、前記複数の基板に素子が形成された素子形成領域内である請求項 1 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 3】

前記加熱部は、前記素子形成領域外まで配されている請求項 2 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 4】

前記加熱部は、前記複数の基板の前記一面の外側まで配されている請求項 3 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 5】

前記加熱部は、前記押圧板よりも外側まで配されている請求項 3 または 4 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 6】

前記押圧板の外縁は、前記複数の基板の前記一面の外縁またはその外側に位置する請求項 5 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 7】

前記一対の加圧ユニットの各々は、前記加熱部に当接して配され、前記複数の基板を冷却する冷却部をさらに有し、

前記冷却部は、前記複数の基板の前記一面の外縁またはその外側まで配される請求項 6 に記載の基板貼り合わせ装置。

## 【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の基板貼り合せ装置により基板を貼り合せることを含む積層半導体装置製造方法。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の積層半導体装置製造方法により製造された積層半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、基板貼り合せ装置、積層半導体装置製造方法及び積層半導体装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

特許文献 1 には、回路が形成された 2 枚のウェハを、加熱及び加圧により接合して、3 次元積層半導体装置を製造するウェハ接合装置が記載されている。ウェハ接合装置は圧力プロファイル制御モジュールを用いて圧力の制御を行う。

特許文献 1 特開 2009-49066 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0 0 0 3】

しかしながら、ウェハの外周部分が冷えやすいので、熱を伝達するトッププレートがウ

エハの外周よりも外側まで伸びている。この場合に、加圧過程において、トッププレートは、基板の外周より外側の部分が基板が載置された部分より大きく変形するので、基板縁の角の部分が応力集中により破壊されるおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様においては、重ね合わされた複数の基板を加圧および加熱して貼り合わせる一対の加圧ユニットを備え、一対の加圧ユニットの各々は、複数の基板の一面を押圧する押圧板と、押圧板を介して複数の基板を加熱する加熱部と、複数の基板の一面の外周より内側の領域において加熱部を加圧することにより、加熱部および押圧板を介して複数の基板の一面を加圧する加圧部とを有する基板貼り合わせ装置が提供される。

10

【0005】

本発明の第2の態様においては、上記基板貼り合わせ装置により基板を貼り合せることを含む積層半導体装置製造方法が提供される。

【0006】

本発明の第3の態様においては、上記積層半導体装置製造方法により製造された積層半導体装置が提供される。

【0007】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】基板貼り合せ装置10の全体構造を模式的に示す正面図である。

【図2】下部加圧ユニット12の構造を概略的に示す断面図である。

【図3】中空加圧部が膨らむ状態を概念的に示す断面図である。

【図4】中空加圧部が凹む状態を概念的に示す断面図である。

【図5】下部ヒートモジュール42の平面図である。

【図6】支柱部411の位置関係を示す下部ヒートモジュール42の平面図である。

【図7】他の実施形態における支柱部411の位置関係を示す下部ヒートモジュール42の平面図である。

30

【図8】積層半導体装置の製造方法を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0010】

図1は、基板貼り合せ装置10の全体構造を模式的に示す正面図である。基板貼り合せ装置10は、上部加圧ユニット11と、下部加圧ユニット12と、昇降モジュール60とを備える。上部加圧ユニット11は、天井側に設置される上部押圧板31と、上部ヒートモジュール41と、上部圧力制御モジュール51とを含む。下部加圧ユニット12は、床面側に設置される下部押圧板32と、下部ヒートモジュール42と、下部圧力制御モジュール52とを含む。基板貼り合せ装置10は、基板貼り合せ過程における基板22の酸化及び汚染を防ぐ目的で、一定の真空度及び一定のクリーン度に維持される真空室の内部に設置される。

40

【0011】

接合すべき2枚の基板22は、基板貼り合せ装置10とは別途設けられるアライナーにより、接合すべき電極同士が接触するように位置合せされて重ね合わせられる。さらに、当該2枚の基板22は、2つの基板ホルダ24に挟まれることにより、位置ずれが起こらないように仮接合された状態で保持される。この状態にある基板22及び基板ホルダ24

50

を「基板ホルダ対」と称する場合がある。ここでいう基板22は、単体のシリコンウェハ、化合物半導体ウェハ、ガラス基板等の他、それらに素子、回路、端子等が形成されたものであってよい。基板22が、既に複数のウェハを積層して形成された積層基板であってもよい。

【0012】

基板ホルダ対は、ロボットアームにより基板貼り合せ装置10に搬入され、下部押圧板32に載置される(図1)。基板ホルダ対は、昇降モジュール60が上昇することにより上部押圧板31と接触し、上部加圧ユニット11と下部加圧ユニット12に挟まれ、加熱加圧状態で基板貼り合せが行われる。この貼り合せ過程において、上部押圧板31と下部押圧板32は、それぞれ基板ホルダ24を介して、重ね合わせられた2枚の基板22の上面及び下面を押圧する。上部ヒートモジュール41と下部ヒートモジュール42は、加熱部として、それぞれ上部押圧板31と下部押圧板32を介して2枚の基板22を加熱する。上部圧力制御モジュール51と下部圧力制御モジュール52は、加圧部として、それぞれ上部ヒートモジュール41と下部ヒートモジュール42を加圧することにより、上部ヒートモジュール41と下部ヒートモジュール42および上部押圧板31と下部押圧板32を介して2枚の基板22の上面及び下面を加圧する。

10

【0013】

対向して設置される上部加圧ユニット11と下部加圧ユニット12は、同一の構造を備えるモジュールである。そこで、下部加圧ユニット12を代表としてその構造を以下に説明する。

20

【0014】

図2は、下部加圧ユニット12の構造を概略的に示す断面図である。基板ホルダ対を載置するステージ部としての役割を担う下部押圧板32は、炭化珪素からなる円形状のプレートであり、周縁部において下部ヒートモジュール42にビス止めされる。下部押圧板32の外縁は、基板ホルダ24を介して下部押圧板32に載置される基板22の外縁の外側に位置する。即ち、下部押圧板32は、基板22の直径より大きい円盤状を有する。この構造により、下部押圧板32は、基板22を安定に保持できる。更に、図2に示す実施形態において、下部押圧板32の外縁は、基板ホルダ24の外縁の外側に位置する。

【0015】

下部ヒートモジュール42は、円筒状胴体の内部に、下部押圧板32の基板ホルダ対を載置する面とは反対側の面に接する複数のヒータプレート401、402、403を備える。ヒータプレート401、402及び403は、下部押圧板32を加熱して、更に下部押圧板32を介して基板ホルダ対を加熱する。

30

【0016】

ヒータプレート401、402及び403は、伝熱性のよい素材、例えば銅等から形成される。ヒータプレート401、402及び403は、それぞれの内部に電熱ヒータ404が埋め込まれている。電熱ヒータ404は導線405により電力が供給される。導線405は、高熱に耐えられる材料、例えばセラミックにより形成されるビーズ406により被覆される。

40

【0017】

ヒータプレート401、402、403は、加熱制御時には電熱ヒータ404により加熱されてその熱を下部押圧板32へ伝達させる。また、加熱終了後の冷却制御時には、クーラとして機能する冷却管407により冷却される。ヒータプレート401、402、403は、下部押圧板32の中心を通る中心軸から放射状に形成されたフレーム410により支持、固定されている。

【0018】

フレーム410は、複数の支柱部411の一端に連結されて支持されている。そして、各々の支柱部411の他端は、それぞれ圧力検出部412に連結されている。各圧力検出部412は、支柱部411が連結される面とは反対側の面において、下部圧力制御モジュール52の中空加圧部501の外側で接するように設置される。圧力検出部412は、中

50

空加圧部 501 が支柱部 411 を押圧する圧力を検出する。圧力検出部 412 は、ロードセルであってよい。

【0019】

下部ヒートモジュール 42 の内部空間は、下部押圧板 32 の基板ホルダ対の載置面に対して平行に設置される遮熱プレート 420 により、上下に加熱空間と非加熱空間に分割される。遮熱プレート 420 は、ヒータプレート 401、402、403 によって熱せられる加熱空間の熱を、高温に弱い中空加圧部 501、圧力検出部 412 等が設置される非加熱空間へできる限り伝えない機能を担う仕切り板である。遮熱プレート 420 には、支柱部 411 を貫通させる貫通孔が設けられている。すなわち、支柱部 411 は加熱空間と非加熱空間にまたがって存在する。また、遮熱プレート 420 には、導線 405 を貫通させる貫通孔も設けられている。

10

【0020】

中空加圧部 501 は、中空の圧力制御部であり、その内部が流体により充填されている。流体としては、空気、水、オイルが用いられる。中空加圧部 501 は、内部に充填する流体量を、中空加圧部 501 と供給管 503 との間に設置されたバルブ 502 を制御することにより調整する。中空加圧部 501 は、内部に充填する流体量を調整することにより、内部流体の圧力を制御することができる。

20

【0021】

中空加圧部 501 の内部流体の圧力は圧力センサ 436 によって検知され、監視される。例えば、想定される範囲を超える異常圧力を検出した場合には、加圧を停止する制御を行うことができる。

20

【0022】

中空加圧部 501 は、ゴムシート等から形成される袋であってよい。中空加圧部 501 は、内部の流体量により膨張または収縮して、複数の圧力検出部 412 と接する面に対して圧力をコントロールすることができる。また、中空加圧部 501 は、複数の圧力検出部 412 と接する面側を変形板とし、昇降モジュール 60 側と外周側を高剛性板として形成する箱状の形態であっても良い。このような形態であっても、内部を気密な袋状に保てば、外部から出入させる流体を制御して内圧を調整することができ、圧力検出部 412 と接する面に対して圧力をコントロールすることができる。特に、下部圧力制御モジュール 52 が昇降モジュール 60 から受ける圧力との関係において、バルブ 502 を介して内部に流入出させる流体量を調整すると、複数の圧力検出部 412 と接する面を、フラットにしたり、周縁部を凸状にしたり、中心部を凸状にコントロールすることができる。

30

【0023】

図 3 および図 4 は、中空加圧部 501 の形状を概念的に示す断面図である。中空加圧部 501 は、下部板 510 と、上部板 511 と、その間に形成される中空室 512 とを有する。上述通り、中空室 512 には供給管 503 から供給される流体により充填される。上部板 511 には、外面周縁部において、上部板 511 の中心を中心とする同心円上に溝 514 が設けられる。溝 514 は、上部板 511 が変形した場合に、上部板 511 の周縁部の応力集中を緩和することができる。

40

【0024】

図 3 は、中空室 512 に流体を導入して流体の圧力を高めた場合における上部板 511 の変形を概念的に示す図面である。中空加圧部 501 の内部流体の圧力が高いと、上部板 511 が膨らみ、中空室 512 の外部に向かって変形する。上部板 511 の中心部の変形が最も大きく、周縁部に向かって変形が徐々に小さくなる。

【0025】

図 4 は、中空室 512 の流体圧力を下げた場合における上部板 511 の変形を概念的に示す図面である。中空加圧部 501 の内部流体の圧力が低いと、上部板 511 が凹み、中空室 512 の内部に向かって変形する。この場合も、上部板 511 の中心部の変形が最も大きく、周縁部に向かって変形が徐々に小さくなるが、図 3 の場合と違って、変形の方向が逆である。

50

## 【0026】

図5は、ヒータプレート401、402、403の形状および配置を示す下部ヒートモジュール42の平面図である。図5に示すように、下部押圧板32の中心を通る中心軸を中心として、真中に位置する円形のヒータプレート401が1個、その外周部に扇形のヒータプレート402が6個、さらにその外周部に扇形のヒータプレート403が12個配置されている。ヒータプレート402、403の扇形は、中心のヒータプレート401と同心円の弧を有する。ヒータプレート401、402、403によって覆われる平面領域は、下部押圧板32に載置される基板22の面積に対応する領域よりも広い。即ち、ヒータプレート401、402、403は、2枚の基板22の下面の外側まで配されている。これにより、基板22に対して均一に加熱することができる。図5に示す例において、ヒータプレート401、402、403は、基板ホルダ24の外側まで配されている。

10

## 【0027】

また、ヒータプレート401、402、403のそれぞれは、互いに平行を保って離間して配置される。これにより、ヒータプレート401、402、403がそれぞれに埋め込まれている電熱ヒータ404により熱せられて膨張しても、互いに接触することを回避できる。互いの間隔は、目標加熱温度等によって予め設定されるが、例えば、ヒータプレート401、402、403が銅により形成され、下部押圧板32の径が約350mmであって、目標加熱温度が450である場合には、5mm程度に設定される。

20

## 【0028】

また、それぞれのヒータプレート401、402、403の加熱面は、互いに同じ面積を有する。したがって円形および扇形の形状は、互いに同じ面積となるように径、中心角等が設計される。また、図の例では径方向を3段に設定してそれぞれ個数を定めたが、径方向の段数も、一段あたりの個数も任意に設定することができる。さらにそれぞれのヒータプレート401、402、403の厚さも同一とすれば、それぞれの熱容量も同一となるので、より好ましい。

20

## 【0029】

クーラとして機能する冷却管407は、ヒータプレート401、402、403のひとつ以上に当接して配され、ヒータプレート401、402、403を介して基板ホルダ対を冷却する。例えば、図示するようにヒータプレート402、403のいずれかと接するように冷却管407が張り巡らされ、その中を冷媒が循環するように外部のポンプが制御される。冷却管の素材としては、ヒータプレート401、402、403と同じ素材が好ましい。同じ素材でなくても、線膨張率が同じであれば、接触面において温度変化による熱摺動が生じないので、冷却管の素材として適用できる。冷却管407は、2枚の基板22の下面の外側まで配される。

30

## 【0030】

図6は、支柱部411の位置関係を示す下部ヒートモジュールの平面図である。フレーム410は、中心部分に設けられた円環部から放射状に複数の腕部を伸ばした形状をなす。そして、円環部でビス408によりヒータプレート401を固定し、腕部で同様にビス408によりヒータプレート402、403を固定している。ビス408は、図示するように、それぞれのヒータプレート401、402、403において中心線上、回転対称または左右対称となる位置に配置することが好ましい。

40

## 【0031】

図6に示すように、本実施形態は、下部ヒートモジュール42の外周側に配されるヒータプレート403は、2点鎖線で示した下部押圧板32の外周よりも外側（図2においては、両側）まで配されている。この構造により、下部ヒートモジュール42は、下部押圧板32の外周、更に基板22の外周をも加熱することができ、基板の外周部からの散熱を補うことができる。

## 【0032】

中空加圧部501からの圧力は、複数の支柱部411およびフレーム410を介してヒータプレート401、402、403に伝達される。そして、ヒータプレート401、4

50

02、403が下部押圧板32を押圧すると共に加熱する。中空加圧部501を支柱部411の軸方向に押圧力を発生させるアクチュエータとみなせば、この押圧力は、例えば一つのヒータプレート402を押圧する支柱部411に着目すると、支柱部411 ヒータプレート402 下部押圧板32の順に伝達される。

【0033】

複数の圧力検出部412は、それぞれの支柱部411に加えられる圧力を検出して、中空加圧部501の出力を監視することができる。そして、検出された圧力に応じて、中空加圧部501の圧力を調整したり、昇降モジュール60の昇降を調整したりすることができる。また、想定される範囲を超える異常圧力を検出した場合には、加圧を停止する制御を行うこともできる。

10

【0034】

図3に示すように、上部板511が上向きに膨らむ場合には、上部板511の中心部において上方への変形が最も大きく、周縁部に向かって変形が徐々に小さくなるので、中空加圧部501が下部押圧板32に与える圧力が中心部で最も大きく、周辺部に向かって徐々に小さくなる。

【0035】

一方、図4に示すように、上部板511が中空室512方向に凹む場合には、上部板511の中心部において下方への変形が最も大きく、周縁部に向かって変形が徐々に小さくなるので、中空加圧部501が下部押圧板32に与える圧力が中心部で最も小さく、周辺部に向かって徐々に大きくなる。

20

【0036】

また、中空加圧部501の内部流体の圧力を調整することにより、上部板511をフラットにすれば、中空加圧部501が支柱部411を通じて下部押圧板32に与える圧力は、下部押圧板32の面内において均一になる。即ち、中空加圧部501の内部流体の圧力を調整することによって、下部押圧板32の面内の圧力分布を細かく調整することができる。よって、接合すべき基板22の表面又は裏面の平坦度が低い場合でも、中空加圧部501による圧力の微調整により、基板22の面内において均一な圧力をかけて、基板接合を行うことができる。

【0037】

図6に示すように、支柱部411は全て2点鎖線で示した基板22の外周より内側に配置されている。即ち、支柱部411は、基板ホルダ対における2枚の基板の下面の外周より内側の領域においてヒータプレート401、402、403を加圧することにより、ヒータプレート401、402、403および下部押圧板32を介して2枚の基板の下面を加圧する。

30

【0038】

ここで、支柱部411が基板22の外周より外側にまで配置されたとすると、その外側に配置された支柱部411の圧力により、下部押圧板32は、基板22が載置された部分より、周辺部が盛り上がる。よって、2枚の基板22のうち、下の基板22の縁の下角には応力集中が起こりやすく、破壊されるおそれがある。これに対し、図6に示すように、支柱部411が全て基板22の外周より内側に配置されていると、上述の破壊を防止できる。

40

【0039】

図7は、他の実施形態における支柱部411の位置関係を示す下部ヒートモジュール42の平面図である。この実施形態において、支柱部411は、全て2枚の基板22に素子が形成された素子形成領域610の内側に配置される。即ち、支柱部411がヒータプレート401、402、403を加圧する領域は、2枚の基板22に素子が形成された素子形成領域610内である。このような構造により、素子形成領域610における均一な加圧を確保しながら、上述の基板22の縁の応力集中及び破壊を防ぐことができる。

【0040】

また、図7において、破線はヒータプレート401、402、403によって覆われる

50

平面領域の外周、即ち加熱領域の外周 620 を示す。この実施形態では、ヒータプレート 401、402、403 によって覆われる加熱領域は、素子形成領域 610 の外まで配されている。基板貼り合せ過程において、接合すべき素子形成領域 610 を均一に過熱することができれば、加熱領域の範囲を基板 22 の外周より内側にすることもできる。

【0041】

図 8 は、積層半導体装置を製造する製造方法の概略を示す。図 8 に示すように、積層半導体装置は、当該積層半導体装置の機能・性能設計を行うステップ S110、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ S120、積層半導体装置の基材である基板を製造するステップ S130、マスクのパターンを用いたリソグラフィを含んで、基板 22 に半導体装置を形成する基板処理ステップ S140、上記の基板貼り合せ装置を用いて、処理された複数の基板 22 を接合する基板貼り合せ工程等を含むデバイス組み立てステップ S150、検査ステップ S160 等を経て製造される。なお、デバイス組み立てステップ S150 は、基板貼り合せ工程に続いて、ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む。

10

【0042】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

20

【0043】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

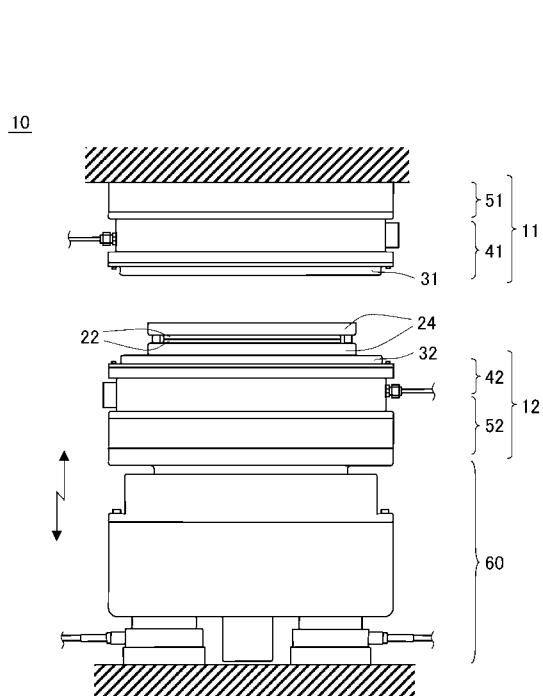
【符号の説明】

【0044】

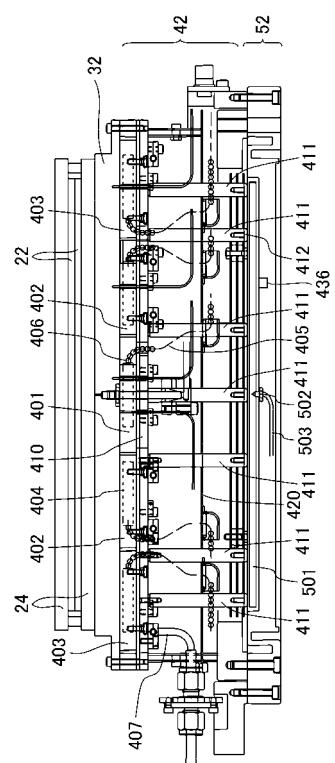
10 基板貼り合せ装置、11 上部加圧ユニット、12 下部加圧ユニット、22 基板、24 基板ホルダ、31 上部押圧板、32 下部押圧板、41 上部ヒートモジュール、42 下部ヒートモジュール、51 上部圧力制御モジュール、52 下部圧力制御モジュール、60 昇降モジュール、401 ヒータプレート、402 ヒータプレート、403 ヒータプレート、404 電熱ヒータ、405 導線、406 ビーズ、407 冷却管、408 ビス、410 フレーム、411 支柱部、412 圧力検出部、420 遮熱プレート、436 圧力センサ、501 中空加圧部、502 バルブ、503 供給管、510 下部板、511 上部板、512 中空室、514 溝、610 素子形成領域、620 加熱領域の外周

30

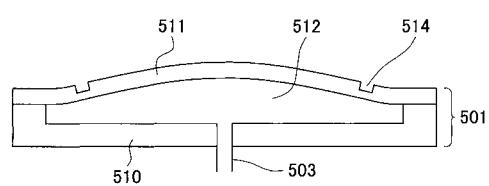
【 図 1 】



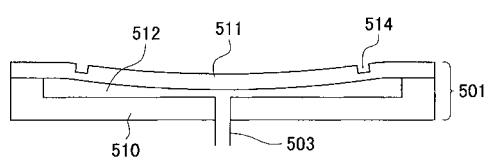
【 図 2 】



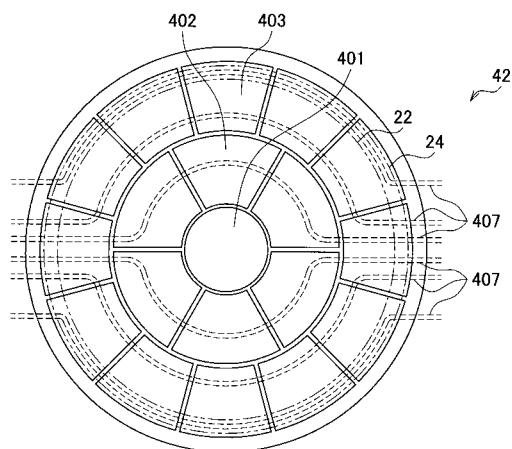
【図3】



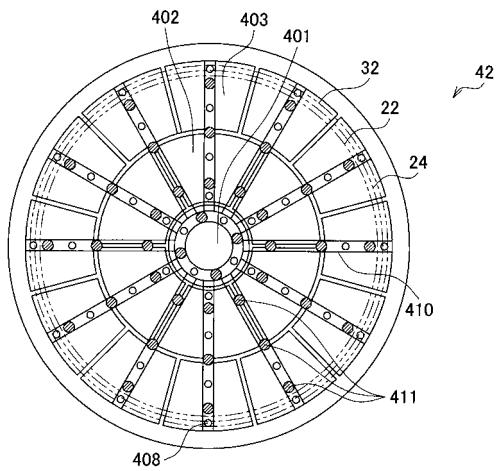
【 図 4 】



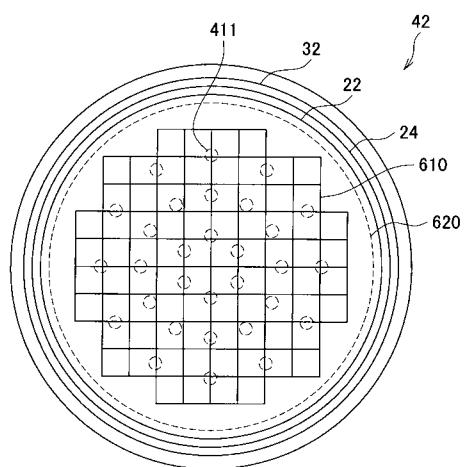
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

