

(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2012-79818

(P2012-79818A)

(43) 公開日 平成24年4月19日(2012.4.19)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 HO 1 L 21/02 (2006.01) HO 1 L 21/02 B 4 E 1 6 7
 B 2 3 K 20/00 (2006.01) B 2 3 K 20/00 3 4 O

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-221763 (P2010-221763)
 (22) 出願日 平成22年9月30日 (2010.9.30)

(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 田中 慶一
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
 株式会社ニコン内
 Fターム(参考) 4E167 AA17 AA18 BB05 BB06 DA05

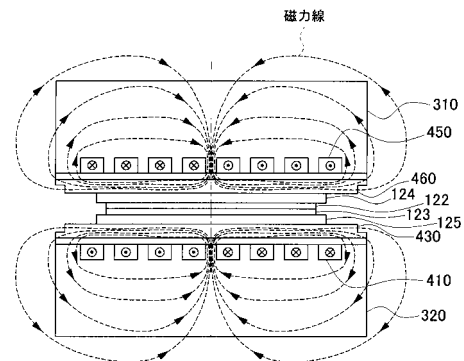
(54) 【発明の名称】 基板貼り合せ装置、加熱装置、積層半導体装置の製造方法及び積層半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 基板貼り合わせ装置構造の簡略化を図る。

【解決手段】 重ね合わされた複数の基板の一方の面の側に配され、複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第1誘導加熱部と、複数の基板の他方の面の側に配され、複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第2誘導加熱部とを備える加熱装置が提供される。上記加熱装置は、複数の基板の一方の面の側から当接する第1ステージと、第1ステージに対向して配され、複数の基板の他方の面の側から第1ステージとの間で複数の基板を挟む第2ステージとをさらに備え、第1誘導加熱部が第1ステージに配されるとともに、第2誘導加熱部が第2ステージに配されてもよい。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重ね合わされた複数の基板の一方の面の側に配され、前記複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第 1 誘導加熱部と、

前記複数の基板の他方の面の側に配され、前記複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第 2 誘導加熱部とを備える加熱装置。

【請求項 2】

前記複数の基板の一方の面の側から当接する第 1 ステージと、

前記第 1 ステージに対向して配され、前記複数の基板の他方の面の側から前記第 1 ステージとの間で前記複数の基板を挟む第 2 ステージとをさらに備え、

前記第 1 誘導加熱部が前記第 1 ステージに配されるとともに、前記第 2 誘導加熱部が前記第 2 ステージに配される請求項 1 に記載の加熱装置。

【請求項 3】

前記第 1 誘導加熱部と前記第 2 誘導加熱部との間に逆位相の誘導電流を供給する電流供給部をさらに備える請求項 1 または 2 に記載の加熱装置。

【請求項 4】

前記第 1 誘導加熱部は、互いに隣接して配され、互いに独立して電流供給可能な複数の誘導コイルを有し、

前記電流供給部は、前記第 1 誘導加熱部の前記複数の誘導コイルに同位相の誘導電流を供給する請求項 3 に記載の加熱装置。

【請求項 5】

前記第 1 誘導加熱部の前記複数の誘導コイルの各々は略環状であって、互いに同心円状に配され前記複数の基板に近接および離間する方向に互いに独立して移動することができる請求項 4 に記載の加熱装置。

【請求項 6】

前記第 2 誘導加熱部は、互いに隣接して配され、互いに独立して電流供給可能な複数の誘導コイルを有し、

前記電流供給部は、前記第 2 誘導加熱部の前記複数の誘導コイルに同位相の誘導電流を供給する請求項 3 から 5 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 7】

前記第 2 誘導加熱部の前記複数の誘導コイルの各々は略環状であって、互いに同心円状に配され、前記複数の基板に近接および離間する方向に互いに独立して移動することができる請求項 6 に記載の加熱装置。

【請求項 8】

前記第 1 誘導加熱部および前記第 2 誘導加熱部は、前記複数の基板とは別個の発熱体に渦電流を発生させて発熱させ、前記複数の基板は前記発熱体からの伝熱により加熱される請求項 1 から 7 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 9】

前記第 1 誘導加熱部および前記第 2 誘導加熱部はそれぞれ、前記第 1 ステージおよび前記第 2 ステージの一部を発熱させ、前記複数の基板は前記一部からの伝熱により加熱される請求項 2 に記載の加熱装置。

【請求項 10】

前記重ねあわされた基板を挟んで保持する一对の基板ホルダをさらに備え、

前記一对の基板ホルダは、前記一部から伝熱で加熱されることにより前記複数の基板を伝熱で加熱する請求項 9 に記載の加熱装置。

【請求項 11】

前記重ねあわされた基板を挟んで保持する一对の基板ホルダをさらに備え、

前記第 1 誘導加熱部および前記第 2 誘導加熱部はそれぞれ、前記一对の基板ホルダを前

10

20

30

40

50

記発熱体として発熱させ、前記複数の基板は前記一对の基板ホルダからの伝熱により加熱される請求項 8 に記載の加熱装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 誘導加熱部および前記第 2 誘導加熱部は、前記複数の基板のすくなくともいずれか一つに渦電流を発生させて直接加熱する請求項 1 から 7 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 誘導加熱部および前記第 2 誘導加熱部の少なくともいずれか一方を押圧することにより、前記複数の基板を加圧する加圧部をさらに備える請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の加熱装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載の加熱装置を備える基板貼り合わせ装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 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の製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の積層半導体装置の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】

【0001】

20

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

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、2 枚の基板を重ね合わせて、加熱および加圧を行いながら当該 2 枚の基板を接合する基板接合装置が記載されている。

特許文献 1：米国特許 7 5 4 7 6 1 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

30

上記基板接合装置において、加熱手段が加圧プレートを介して熱伝導により基板を加熱する。基板の温度が、加圧プレート熱伝導性、加熱手段と加圧プレートとの間の接触状況等により左右されるので、温度制御が難しく、加熱効率も高くない。

【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の一方の面の側に配され、複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第 1 誘導加熱部と、複数の基板の他方の面の側に配され、複数の基板の少なくとも一つを誘導加熱する第 2 誘導加熱部とを備える加熱装置が提供される。

【0005】

40

本発明の第 2 の態様においては、上記加熱装置を備える基板貼り合わせ装置が提供される。

【0006】

本発明の第 3 の態様においては、上記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が提供される。

【0007】

本発明の第 4 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。

【0008】

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

50

、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。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】基板貼り合せ装置100の全体構造を模式的に示す平面図である。

【図2】加熱装置240の構造を模式的に示す正面図である。

【図3】第2ステージ320の構造を模式的に示す断面図である。

【図4】誘導コイル組410の配置の一例を示す平面図である。

【図5】誘導加熱の一例を概念的に示す。

【図6】圧力制御部500による圧力分布の制御方法を示す断面図である。

【図7】圧力制御部500による圧力分布の制御方法を示す断面図である。

【図8】積層半導体装置を製造する製造方法の一実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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。

【0011】

図1は、基板貼り合せ装置100の全体構造を模式的に示す平面図である。基板貼り合せ装置100は、筐体102と、常温部104と、高温部106と、基板カセット112、114、116とを備える。常温部104および高温部106は、共通の筐体102の内部に設けられる。

【0012】

基板カセット112、114、116は、筐体102の外部に、筐体102に対して脱着自在に装着される。基板カセット112、114、116は、基板貼り合せ装置100において接合される第1基板122および第2基板123を収容する。基板カセット112、114、116により、複数の第1基板122および第2基板123が一括して基板貼り合せ装置100に装填される。また、基板貼り合せ装置100において接合された第1基板122および第2基板123が一括して回収される。

【0013】

常温部104は、筐体102の内側にそれぞれ配された、プリアライナ126、ステージ装置140、基板ホルダラック128および基板取り外し部130と、一对のロボットアーム132、134とを備える。常温部104の内部は、基板貼り合せ装置100が設置された環境の室温と略同じ温度が維持されるように温度管理される。常温部104は、大気中で第1基板122および第2基板123を搬送する。

【0014】

プリアライナ126は、高精度であるが故にステージ装置140の狭い調整範囲に第1基板122または第2基板123の位置が収まるように、個々の第1基板122または第2基板123の位置を仮合わせする。この場合に、プリアライナ126は第1基板122等の外形を観察することにより、第1基板122等の位置決めを行う。これにより、ステージ装置140が第1基板122および第2基板123の位置を確実に位置決めすることができる。

【0015】

基板ホルダラック128は、複数の上基板ホルダ124および複数の下基板ホルダ125を収容して待機させる。基板貼り合せ装置100において、上基板ホルダ124および下基板ホルダ125は、それぞれ、第1基板122および第2基板123を静電吸着により保持する。

【0016】

ステージ装置140は、貼り合せの対象である第1基板122と第2基板123における接合すべき電極同士の位置を合わせて、重ね合わせる。ステージ装置140を包囲して断熱壁145およびシャッタ146が設けられる。断熱壁145およびシャッタ146に

10

20

30

40

50

包囲された空間は空調機等に連通して温度管理され、ステージ装置 140 における位置合わせ精度を維持する。

【0017】

ステージ装置 140 は、上ステージ 141 と、下ステージ 142 と、制御部 148 とを有する。上ステージ 141 は、ステージ装置 140 の天板の下面に固定される。上ステージ 141 の下面が真空吸着により上基板ホルダ 124 を保持する。

【0018】

下ステージ 142 は、上ステージ 141 に対向して、ステージ装置 140 の底板の上に、XYZ 方向に移動可能に配置される。下ステージ 142 は、傾斜機能を有する。下ステージ 142 の上面が真空吸着により下基板ホルダ 125 を保持する。

10

【0019】

制御部 148 は、下ステージ 142 の移動を制御する。制御部 148 は、下ステージ 142 を移動させて、上ステージ 141 に保持された第 1 基板 122 に対して、第 2 基板 123 の位置を合わせる。制御部 148 は、下ステージ 142 を上昇させて、第 1 基板 122 と第 2 基板 123 を重ね合わせることができる。その後、上基板ホルダ 124 と下基板ホルダ 125 に挟まれた第 1 基板 122 と第 2 基板 123 は、上基板ホルダ 124 と下基板ホルダ 125 に設けられた位置止め機構 304 により仮止めされる(図 2 を参照)。位置止め機構 304 は、例えば、上基板ホルダ 124 に設けられた永久磁石と下基板ホルダ 125 に設けられた磁性体から構成されてよい。上基板ホルダ 124 に設けられた永久磁石と下基板ホルダ 125 に設けられた磁性体は、磁力により互いに吸着して、挟まれた第 1 基板 122 と第 2 基板 123 との相対位置を固定する。上基板ホルダ 124 と下基板ホルダ 125 及びそれらに挟まれた第 1 基板 122 と第 2 基板 123 の組合せを「ホルダ対」と記載することがある。

20

【0020】

基板取り外し部 130 は、高温部 106 から搬出された上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 に挟まれて貼り合わされた第 1 基板 122 および第 2 基板 123 を上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 から取り出す。貼り合わされた第 1 基板 122 および第 2 基板 123 を「積層基板」と記載することがある。取り出された積層基板は、ロボットアーム 134、132 および下ステージ 142 により基板カセット 112、114、116 のうちのひとつに戻されて収容される。積層基板を取り出された上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 は、基板ホルダラック 128 に戻されて待機する。基板取り外し部 130 は、基板ホルダラック 128 の上方に配される。

30

【0021】

なお、基板貼り合せ装置 100 に装填される第 1 基板 122 および第 2 基板 123 は、単体のシリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、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。また、装填された第 1 基板 122 および第 2 基板 123 が、既に複数のウエハを積層して形成された積層基板である場合もある。

【0022】

一对のロボットアーム 132、134 のうち、基板カセット 112、114、116 に近い側に配置されたロボットアーム 132 は、基板カセット 112、114、116、プリアライナ 126 およびステージ装置 140 の間で第 1 基板 122 および第 2 基板 123 を搬送する。一方、基板カセット 112、114、116 から遠い側に配置されたロボットアーム 134 は、ステージ装置 140、基板ホルダラック 128、基板取り外し部 130 およびエアロック 220 の間で、第 1 基板 122、第 2 基板 123、上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 を搬送する。

40

【0023】

ロボットアーム 134 は、基板ホルダラック 128 に対して、上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 の搬入および搬出も担う。上ステージ 141 に第 1 基板 122 を保持させる場合に、ロボットアーム 134 は、まず基板ホルダラック 128 から一枚の上基板ホルダ 124 を取り出して下ステージ 142 に載置する。下ステージ 142 は、基板カ

50

セット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 に近い側に移動する。ロボットアーム 1 3 2 は、プリアラ
イナ 1 2 6 からプリライメントされた第 1 基板 1 2 2 を取り出して、下ステージ 1 4 2
の上の上基板ホルダ 1 2 4 に載置して、静電吸着させる。

【 0 0 2 4 】

下ステージ 1 4 2 は、再び基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 から遠い側に移動する
。ロボットアーム 1 3 4 は、下ステージ 1 4 2 から第 1 基板 1 2 2 を静電吸着した上基板
ホルダ 1 2 4 を受け取り、裏返して上ステージ 1 4 1 に近づける。上ステージ 1 4 1 は、
真空吸着によりその上基板ホルダ 1 2 4 を保持する。

【 0 0 2 5 】

ロボットアーム 1 3 4 は、下ステージ 1 4 2 に下基板ホルダ 1 2 5 を載置する。ロボッ
トアーム 1 3 2 は、その上に第 2 基板 1 2 3 を載置して保持させる。これにより、下ステ
ージ 1 4 2 に保持された第 2 基板 1 2 3 における回路等が形成された面は、上ステージ 1
4 1 に保持された第 1 基板 1 2 2 における回路等が形成された面に、対向するように配置
される。制御部 1 4 8 は、下ステージ 1 4 2 を移動させて、上ステージ 1 4 1 に保持され
た第 1 基板 1 2 2 に対して、第 2 基板 1 2 3 の位置を合わせて、第 1 基板 1 2 2 と第 2 基
板 1 2 3 を重ね合せる。

10

【 0 0 2 6 】

高温部 1 0 6 は、断熱壁 1 0 8、エアロック 2 2 0、ロボットアーム 2 3 0、複数の加
熱装置 2 4 0 および冷却装置 2 5 0 を有する。断熱壁 1 0 8 は、高温部 1 0 6 を包囲して
、高温部 1 0 6 の外部への熱輻射を遮断する。これにより、高温部 1 0 6 の熱が常温部 1
0 4 に及ぼす影響を抑制する。高温部 1 0 6 は、その内部が一定の真空状態に維持される
。これにより、高温部 1 0 6 に搬入された基板の汚染及び酸化を抑えることができる。

20

【 0 0 2 7 】

ロボットアーム 2 3 0 は、加熱装置 2 4 0、冷却装置 2 5 0 とエアロック 2 2 0 との間
で第 1 基板 1 2 2、第 2 基板 1 2 3、上基板ホルダ 1 2 4 および下基板ホルダ 1 2 5 を搬
送する。

【 0 0 2 8 】

エアロック 2 2 0 は、常温部 1 0 4 と高温部 1 0 6 とを連結する。エアロック 2 2 0 は
、常温部 1 0 4 側と高温部 1 0 6 側とに、交互に開閉するシャッタ 2 2 2、2 2 4 を有す
る。

30

【 0 0 2 9 】

第 1 基板 1 2 2、第 2 基板 1 2 3、上基板ホルダ 1 2 4 および下基板ホルダ 1 2 5 から
構成されるホルダ対が常温部 1 0 4 から高温部 1 0 6 に搬入される場合、まず、常温部 1
0 4 側のシャッタ 2 2 2 が開かれ、ロボットアーム 1 3 4 がホルダ対をエアロック 2 2 0
に搬入する。次に、常温部 1 0 4 側のシャッタ 2 2 2 が閉じられ、エアロック 2 2 0 内部
が真空に引かれる。エアロック 2 2 0 内部の真空度が、高温部 1 0 6 側の真空度になっ
たら、高温部 1 0 6 側のシャッタ 2 2 4 が開かれる。

【 0 0 3 0 】

続いて、ロボットアーム 2 3 0 が、エアロック 2 2 0 からホルダ対を搬出して、加熱装
置 2 4 0 のいずれかに装入する。加熱装置 2 4 0 は、ホルダ対を加熱および加圧して、第
1 基板 1 2 2 と第 2 基板 1 2 3 を貼り合せる。その後、ロボットアーム 2 3 0 が、加熱装
置 2 4 0 からホルダ対を搬出して、冷却装置 2 5 0 に装入して冷却する。加熱装置 2 4 0
は、ホルダ対を加熱するだけで、第 1 基板 1 2 2 と第 2 基板 1 2 3 を貼り合せてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

高温部 1 0 6 から常温部 1 0 4 にホルダ対を搬出する場合は、常温部 1 0 4 から高温部
1 0 6 に搬入する場合の一連の動作を逆順で実行する。これらの一連の動作により、高温
部 1 0 6 の内部雰囲気は常温部 1 0 4 側に漏らすことなく、ホルダ対を高温部 1 0 6 に搬
入または搬出できる。

【 0 0 3 2 】

基板貼り合せ装置 1 0 0 内の多くの領域において、上基板ホルダ 1 2 4 が第 1 基板 1 2

50

2を保持した状態で、又は下基板ホルダ125が第2基板123を保持した状態で、ロボットアーム134、230および下ステージ142により搬送される。第1基板122を保持した上基板ホルダ124又は第2基板123を保持した下基板ホルダ125が搬送される場合、ロボットアーム134、230は、真空吸着又は静電吸着により上基板ホルダ124又は下基板ホルダ125を吸着して保持する。

【0033】

図2は、加熱装置240の構造を模式的に示す正面図である。加熱装置240は、断熱室300と、第1ステージ310と、第2ステージ320と、昇降部330とを備える。断熱室300は、第1ステージ310、第2ステージ320及び昇降部330を内部に收容する。

10

【0034】

断熱室300は、断熱材から形成される断熱壁を有する。これにより断熱室300においてホルダ対を加熱する場合に、外部への熱輻射が遮断され、ロボットアーム等周辺に存在する装置および機器への悪影響を防ぐことができる。断熱室300の天板に第1ステージ310が固定される。さらに、断熱室300の底板に昇降部330のベースが固定される。第1ステージ310と第2ステージ320によりホルダ対が加圧されるときに装置の反力により変形すること防ぐ目的で、断熱室300は高剛性材料により形成される。

【0035】

昇降部330は、ベースに固定されたシリンダ334、および、そのシリンダに結合するピストン332を含む。ピストン332は、外部からの制御信号により上下昇降する。

20

【0036】

第2ステージ320は、ピストン332の上面に設置される。第2ステージ320は、ピストン332と共に上下に移動することができる。第2ステージ320は、ホルダ対の下の面の側からホルダ対に当接して、ホルダ対をその上に保持することができる。第2ステージ320は、その内に配される第2誘導加熱部322を有する。第2誘導加熱部322は、第2ステージ320に設置されたホルダ対を加熱する。

【0037】

第1ステージ310は、第2ステージ320に対向して断熱室300の天板に配される。第1ステージ310は、その内に配される第1誘導加熱部312を有する。第1誘導加熱部312は、第1ステージ310及び第2ステージ320によりホルダ対を挟む状態でホルダ対を加熱する。

30

【0038】

図2は、ホルダ対が加熱装置240に装填され、第2ステージ320に設置された状態を示す。ホルダ対が第2ステージ320に載置された後に、ピストン332が上昇すると、第1ステージ310は、ホルダ対の上の面の側からホルダ対に当接して、第2ステージ320と共にホルダ対を挟む。

【0039】

第1ステージ310及び第2ステージ320がホルダ対を挟んだ後に、加熱装置240は、加圧制御信号に従ってピストン332を上昇させて、上基板ホルダ124及び下基板ホルダ125を介して第1基板122及び第2基板123に予め定められた圧力を加えて、第1誘導加熱部312及び第2誘導加熱部322によりホルダ対を加熱する。加熱装置240は、予め定められた温度に加熱してから、更に加圧して第1基板122及び第2基板123を貼り合わせる。第1基板122及び第2基板123が加圧されることにより、第1基板122及び第2基板123の間に接合すべき電極同士を均一に接触させることができ、均一な接合が実現できる。

40

【0040】

図3は、加熱装置240の第2ステージ320の構造を模式的に示す断面図である。第2ステージ320は、円筒状胴体の内部に、第2誘導加熱部322と、圧力制御部500とを備え、当該第2誘導加熱部322の上部にトッププレート430さらに備える。第1ステージ310は、第2ステージ320を上下逆転させた構造を有してよい。よって、第1

50

ステージ 3 1 0 についての説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

第 2 誘導加熱部 3 2 2 は、誘導コイル組 4 1 0 と、熱絶縁材 4 2 0 とを有する。誘導コイル組 4 1 0 は、圧力制御部 5 0 0 の上に配され、その上が熱絶縁材 4 2 0 により覆われる。熱絶縁材 4 2 0 の上には、トッププレート 4 3 0 が設けられる。

【 0 0 4 2 】

誘導コイル組 4 1 0 は、トッププレート 4 3 0 に渦電流を発生させて、発熱体として発熱させる。トッププレート 4 3 0 は、下基板ホルダ 1 2 5 を伝熱により加熱して、下基板ホルダ 1 2 5 も伝熱により、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を加熱して接合することができる。この加熱により、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 における電極接合面の電極同士の接合を確実に接合することができる。

10

【 0 0 4 3 】

トッププレート 4 3 0 は、ホルダ対を保持する保持部としての役割を担う。トッププレート 4 3 0 は、第 1 ステージ 3 1 0 のトッププレートと共に、上下からホルダ対を挟み、ホルダ対に対して圧力を加える加圧部としても機能する。また、上述のように、トッププレート 4 3 0 は、ホルダ対を加熱する発熱体としても機能する。トッププレート 4 3 0 は、円盤状を有する。トッププレート 4 3 0 の周辺部がネジ等により第 2 ステージ 3 2 0 の胴体に固定される。トッププレート 4 3 0 は、誘導加熱に適した材料から形成され、例えば、ステンレス鋼、焼結 S i C 等から形成される。

【 0 0 4 4 】

熱絶縁材 4 2 0 は、断熱効果の有する材料から形成される。熱絶縁材 4 2 0 は、トッププレート 4 3 0 からの熱を遮断して、誘導コイル組 4 1 0 が高温になることを防ぐ。熱絶縁材 4 2 0 は、電氣的絶縁材料から形成される。熱絶縁材 4 2 0 は、誘導コイル組 4 1 0 とトッププレート 4 3 0 との電氣的導通を防ぐ。熱絶縁材 4 2 0 の材料として、ガラス、セラミックス等が例示できる。

20

【 0 0 4 5 】

圧力制御部 5 0 0 は、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 に加える圧力の分布を制御する。圧力制御部 5 0 0 については、別途他の図面を用いて詳しく説明する。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、誘導コイル組 4 1 0 の配置の一例を示す平面図である。誘導コイル組 4 1 0 は、四つの誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 を含む。誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、各々が円環状であって、互いに隣接して同心円状に配される。

30

【 0 0 4 7 】

電流供給部 4 4 0 は、高周波交流電源であってよい。電流供給部 4 4 0 は、誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 に、互いに独立して電流を供給する。電流供給部 4 4 0 は、誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 に、同位相の電流を供給する。電流供給部 4 4 0 の周波数は、10 kHz から 1 MHz までの範囲内で、加熱温度、加熱レート、加熱対象であるトッププレート 4 3 0 の材質、形状等を考慮して決められる。電流供給部 4 4 0 から供給する電力は、加熱温度、加熱レート、加熱対象であるトッププレート 4 3 0 の材質、形状等を考慮して決められるが、例えば、1 kW であってよい。

40

【 0 0 4 8 】

誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、電流供給部 4 4 0 により交流電流が供給されると、コイルの内側を通過する磁束を有する磁場を形成する。当該磁場は、交流電流の変化により変化する。磁場の変化は、その磁場に置かれたトッププレート 4 3 0 の中に渦電流を発生させ、発熱させる。その熱により、ホルダ対が加熱される。

【 0 0 4 9 】

誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、電気良導体のパイプ、線材、板などにより巻いたコイルであってよい。誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 の材料は、銅、アルミニウム及びこれらの合金等のように、電気伝導性のよい材料であることが好ましい。図 3 及び図 4 において、誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 としてそれぞれ

50

れ1周だけ巻いたコイルが示されたが、誘導コイル412、414、416、418は、それぞれ1周より多く巻いたコイルであってもよい。例えば、誘導コイル412、414、416、418は、それぞれ縦方向に数周巻いたコイルであってもよい。

【0050】

図5は、誘導加熱の一例を概念的に示す。第2ステージ320における誘導コイル組410の四つの誘導コイルは、図5に示す方向に同位相の電流が供給されると、破線で示す磁束を有する磁場が発生する。トッププレート430が高い透磁率を有する場合には、磁束が通りやすいので、図5に示すように、コイルの内側を通過した磁束は、トッププレート430の内部に集中して、トッププレート430の内部を通過してコイルの外側に広がり、磁気回路を形成する。従って、トッププレート430は、第1基板122及び第2基板123に入る磁場を遮蔽して、磁束が第1基板122及び第2基板123に入り、第1基板122及び第2基板123に形成された電気回路などを破壊することを防ぐことができる。

10

【0051】

誘導コイル組410と同様に、電流供給部440から第1ステージ310における誘導コイル組450に交流電流を供給すると、誘導コイル組450は、その内側を通過する磁束を有する磁場を形成する。当該磁場は、交流電流の変化により変化する。磁場の変化は、その磁場に置かれた第1ステージ310のトッププレート460の中に渦電流を発生させ、発熱させる。その熱により、ホルダ対が加熱される。

【0052】

電流供給部440は、誘導コイル組410と誘導コイル組450との間に互いに逆位相の電流を供給する。電流供給部440が誘導コイル組410と誘導コイル組450との間に互いに逆位相の電流を供給すると、図5に示すように、誘導コイル組410及び誘導コイル組450は、互いに対向する極性の磁場を形成する。その結果、第1基板122及び第2基板123が置かれた両磁場の境界線の近傍では、磁束が反発し合って、磁場の弱い領域が形成され、磁束が第1基板122及び第2基板123に入り、第1基板122及び第2基板123に形成された電気回路などを過剰に加熱することを防ぐことができる。

20

【0053】

図6及び図7は、圧力制御部500による圧力分布の制御方法を概念的に示す断面図である。圧力制御部500は、中空の容器である。圧力制御部500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。中空室512には流体供給管503から供給される流体により充填される。流体としては、空気、水、オイルが用いられる。

30

【0054】

上部板511の上に、誘導コイル412、414、416、418が配される。誘導コイル412、414、416、418は、互いに独立に上部板511に固定される。例えば、誘導コイル412、414、416、418は、接着剤により上部板511に固定されてよい。上部板511が金属等導電材料から形成されるとき、誘導コイル412、414、416、418は、電気絶縁材料を介して上部板511に固定されてよい。例えば、誘導コイル412、414、416、418は、絶縁材料シートを介して上部板511に固定されてよく、絶縁接着剤により上部板511に固定されてもよい。

40

【0055】

圧力制御部500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。圧力制御部500の内部流体の圧力は圧力センサ514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。

【0056】

圧力制御部500は、誘導コイル412、414、416、418と接する上部板511が変形板であり、下部板510が高剛性板である。圧力制御部500は、内部の流体量により膨張または収縮して、誘導コイル412、414、416、418と接する面に対

50

して圧力をコントロールすることができる。特に、昇降部 330 から受ける圧力との関係において、圧力制御部 500 の内部に流入出させる流体量を調整すると、誘導コイル 412、414、416、418 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。圧力制御部 500 は、ゴムシート等から形成される袋であってもよい。

【0057】

図 6 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。圧力制御部 500 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。

10

【0058】

図 7 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。圧力制御部 500 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。

【0059】

上部板 511 の変形に伴って、上部板 511 の上面に設置された誘導コイル 412、414、416、418 は、縦方向に上下できる。即ち、誘導コイル 412、414、416、418 は、ホルダ対に近接および離間する方向に互いに独立して移動することができる。上述のように、昇降部 330 の上昇により第 1 ステージ 310 と第 2 ステージ 320 との間に挟まれたホルダ対に加える圧力は、ピストン 332 から、第 2 ステージ 320 の底板、圧力制御部 500、誘導コイル組 410、熱絶縁材 420、トッププレート 430 の順に、最後にホルダ対まで伝達する。圧力制御部 500 の流体圧力を調整することにより、誘導コイル組 410 の各誘導コイルを上下させることにより、各誘導コイルから熱絶縁材 420 及びトッププレート 430 を介してホルダ対に伝達する圧力を調整することができる。

20

【0060】

よって、圧力制御部 500 の流体圧力を調整することにより、ホルダ対に加える圧力の面内分布を細かく調整することができる。図 6 の場合には、中心部の誘導コイル 418 が大きく上昇し、周縁部の誘導コイル 412 の上昇量が少ないので、それに対応して、ホルダ対の中心部に与える圧力が大きく、周縁部に与える圧力が小さい圧力分布が得られる。これに対して、図 7 の場合には、ホルダ対の中心部に与える圧力が小さく、周縁部に与える圧力が大きい圧力分布が得られる。

30

【0061】

加熱装置 240 に上述の誘導加熱を採用することにより、加熱機構及び加圧機構の構造を簡単にすることができる。誘導加熱を採用することにより、加熱したい箇所だけ加熱することができる。よって、高精度の温度及び圧力の制御を維持しながら、装置のコストを削減でき、装置のメンテナンスが簡便にすることができる。誘導加熱を採用することにより、加熱過程の立ち上がりが速く、積層基板の製造スループットを向上できる。誘導加熱を採用することにより、ヒーター加熱に比べて消費電力が小さい。また、上の第 1 ステージ 310 及び下の第 2 ステージ 320 にそれぞれ第 1 誘導加熱部 312 及び第 2 誘導加熱部 322 を設けることにより、上の第 1 基板 122 も下の第 2 基板 123 も効率よく加熱することができる。

40

【0062】

なお、図 1 から図 7 に示す実施形態において、第 1 基板 122 及び第 2 基板 123 はそれぞれ上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 に保持されているが、上基板ホルダ 124 および下基板ホルダ 125 を用いなくてもよい。この場合に第 1 基板 122 及び第 2 基板は重ねあわされた状態で、加熱装置 240 に装填され、第 2 ステージ 320 に設置される。第 1 誘導加熱部 312 は第 1 ステージ 310 のトッププレートに渦電流を発生さ

50

せて発熱体として発熱させる。さらに、第2誘導加熱部322は第2ステージ320のトッププレート430に渦電流を発生させて発熱体として発熱させる。第1ステージ310のトッププレートおよび第2ステージ320のトッププレート430は、伝熱により第1基板122及び第2基板123を加熱する。この加熱により、第1基板122及び第2基板123における電極接合面の電極同士を確実に接合することができる。トッププレートを発熱体として発熱させるのに代えて、第1誘導加熱部312および第2誘導加熱部322は第1基板122および第2基板123自体に渦電流を発生させて誘導加熱させてもよい。

【0063】

また、図1から図7に示す実施形態において、第1誘導加熱部312は第1ステージ310のトッププレートを発熱体として発熱させ、第2誘導加熱部322は第2ステージ320のトッププレート420を発熱体として発熱させるが、発熱体はこれらに限られない。これに代えてまたはこれに加えて、第1誘導加熱部312は上基板ホルダ124に渦電流を発生させて発熱体として発熱させ、第2誘導加熱部322は下基板ホルダ125に渦電流を発生させて発熱体として発熱させてもよい。

【0064】

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、第1基板122および第2基板123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、処理された第1基板122および第2基板123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。

【0065】

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。

【0066】

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】

【0067】

100 基板貼り合せ装置、102 筐体、104 常温部、106 高温部、108 断熱壁、112 基板カセット、114 基板カセット、116 基板カセット、122 第1基板、123 第2基板、124 上基板ホルダ、125 下基板ホルダ、126 プリアライナ、128 基板ホルダラック、130 基板取り外し部、132 ロボットアーム、134 ロボットアーム、140 ステージ装置、141 上ステージ、142 下ステージ、145 断熱壁、146 シャッタ、148 制御部、220 エアロック、222 シャッタ、224 シャッタ、230 ロボットアーム、240 加熱装置、250 冷却装置、300 断熱室、304 位置止め機構、310 第1ステージ、312 第1誘導加熱部、320 第2ステージ、322 第2誘導加熱部、330 昇降部、332 ピストン、334 シリンダ、410 誘導コイル組、412 誘導

10

20

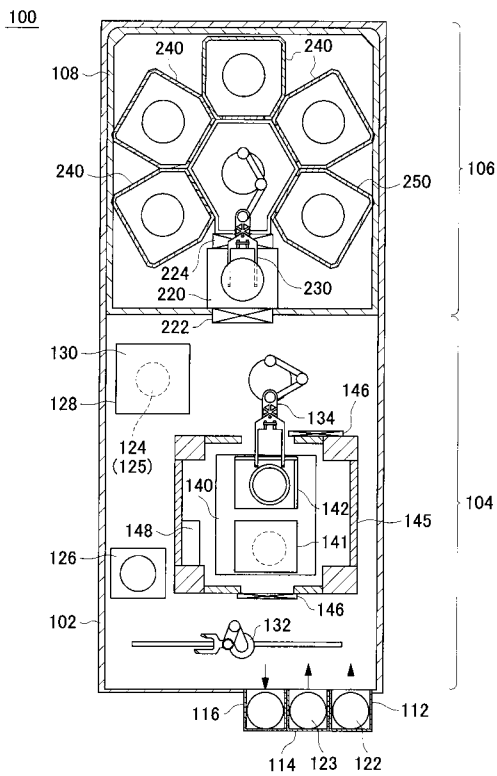
30

40

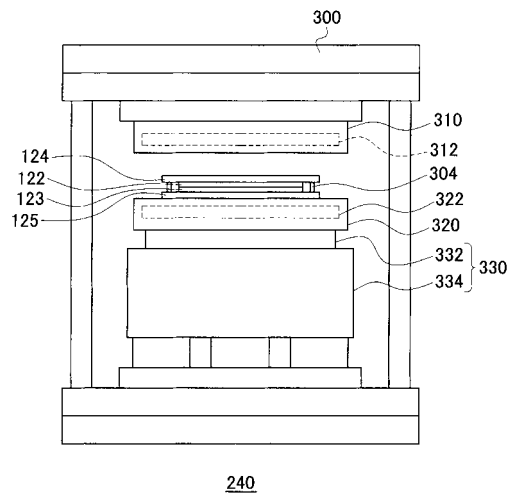
50

コイル、414 誘導コイル、416 誘導コイル、418 誘導コイル、420 熱絶縁材、430 トッププレート、440 電流供給部、450 誘導コイル組、460 トッププレート、500 圧力制御部、503 流体供給管、510 下部板、511 上部板、512 中空室、514 圧力センサ

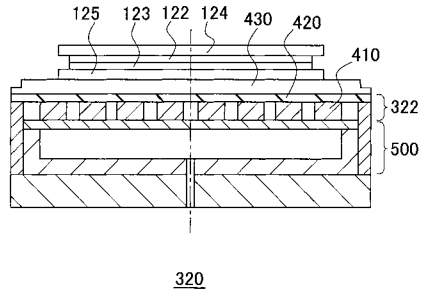
【 図 1 】



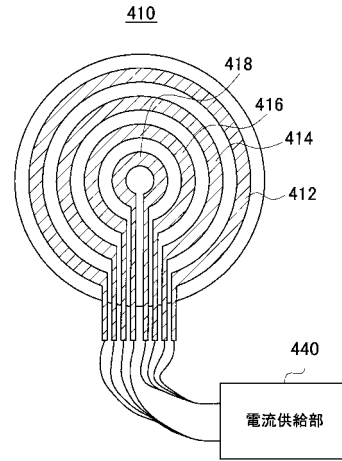
【 図 2 】



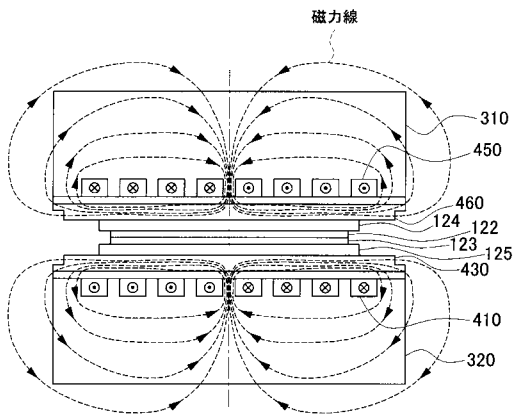
【 図 3 】



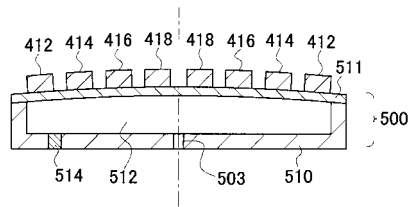
【 図 4 】



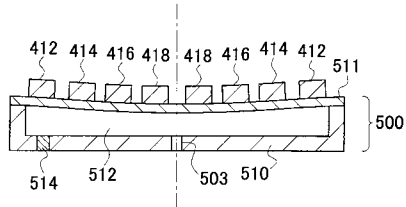
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

