

(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2012-89537
(P2012-89537A)

(43) 公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 21/02 (2006.01)
H O 1 L 21/68 (2006.01)

F I
H O 1 L 21/02 B
H O 1 L 21/68 K

テーマコード (参考)
5 F 0 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-232147 (P2010-232147)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成22年10月15日 (2010.10.15)		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)	5F031 CA02 CA05 DA01 DA13 EA18
			FA01 FA07 FA11 FA12 FA15
			FA30 GA02 GA43 GA47 GA48
			HA02 HA13 HA16 HA37 HA38
			HA46 HA53 HA57 HA58 HA59
			JA04 JA06 JA14 JA17 JA22
			JA32 JA37 JA38 JA39 KA15
			LA08

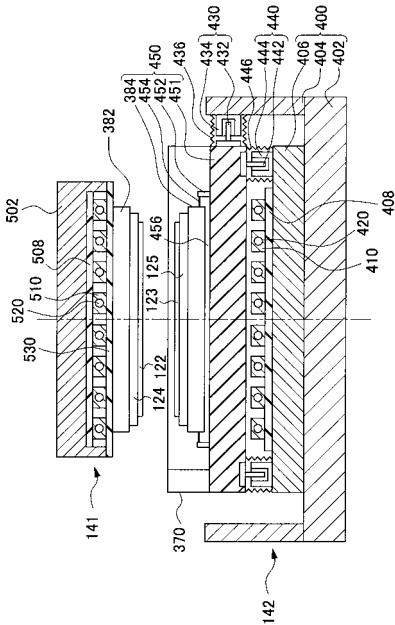
(54) 【発明の名称】 ステージ装置、基板貼り合せ装置、積層半導体装置の製造方法及び積層半導体装置

(57) 【要約】

【課題】基板貼り合わせ装置構造を簡略化して、基板位置合せ精度を高める。

【解決手段】移動可能な第1ステージと、第1ステージ上に配され、第1ステージに対して移動可能であって、基板を支持する第2ステージと、第1ステージに配され、基板を誘導加熱する誘導加熱部とを備えるステージ装置が提供される。本体に対する第1ステージ可動範囲は、第1ステージに対する第2ステージの可動範囲よりも大きくてもよい。第2ステージは、第1ステージに駆動されるステージ本体と、ステージ本体に対してエアギャップを有して保持され、誘導加熱部の電磁誘導により加熱されて基板に伝熱する発熱体とを有してもよい。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動可能な第 1 ステージと、
前記第 1 ステージ上に配され、前記第 1 ステージに対して移動可能であって、基板を支持する第 2 ステージと、
前記第 1 ステージに配され、前記基板を誘導加熱する誘導加熱部と
を備えるステージ装置。

【請求項 2】

前記第 1 ステージの可動範囲は、前記第 1 ステージに対する前記第 2 ステージの可動範囲よりも大きい請求項 1 に記載のステージ装置。

10

【請求項 3】

前記第 2 ステージは、
前記第 1 ステージに駆動されるステージ本体と、
前記ステージ本体に対してエアギャップを有して保持され、前記誘導加熱部の電磁誘導により加熱されて前記基板に伝熱する発熱体と
を有する請求項 1 または 2 に記載のステージ装置。

【請求項 4】

前記第 2 ステージの質量を支える自重キャンセラをさらに備え、
前記自重キャンセラは、前記誘導加熱部の外側に配される請求項 1 から 3 のいずれかに記載のステージ装置。

20

【請求項 5】

前記第 2 ステージを磁氣的に駆動する磁気駆動部と、
前記磁気駆動部と前記誘導加熱部とを磁氣的に遮断する磁気遮断シールドと
をさらに備える請求項 1 から 4 のいずれかに記載のステージ装置。

【請求項 6】

前記発熱体と前記基板との間に、前記基板を保持する基板ホルダをさらに備え、
前記基板ホルダは、前記発熱体から伝熱で加熱されることにより前記基板を伝熱で加熱する請求項 3 に記載のステージ装置。

【請求項 7】

前記発熱体と前記基板との間に、前記基板を保持する基板ホルダをさらに備え、
前記基板ホルダは、前記誘導加熱部の電磁誘導により加熱されて前記基板に伝熱する請求項 3 に記載のステージ装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のステージ装置と、
前記ステージ装置に対向して配され、他の基板を保持する他のステージ装置と
を備え、
前記ステージ装置を他のステージ装置に近接および離間させることにより、前記基板と前記他の基板とを貼り合わせる基板貼り合せ装置。

【請求項 9】

請求項 8 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。

40

【請求項 10】

請求項 7 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】**

本発明は、ステージ装置、基板貼り合せ装置、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】**

50

特許文献 1 には、粗動ステージと微動ステージにより 2 枚のウェハを位置決めし、重ね合わせて積層する三次元 L S I 積層装置が記載されている。

特許文献 1 特開平 5 - 1 6 0 3 4 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記ウェハ積層装置において、赤外線硬化型接着剤によりウェハを積層するが、二次元回路が形成された二枚の基板における対応するパンプ等を精密に位置合せして、加熱することによりパンプ同士を接合して、電氣的導通の確保する基板接合のニーズに応えられない場合がある。

10

【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、移動可能な第 1 ステージと、第 1 ステージ上に配され、第 1 ステージに対して移動可能であって、基板を支持する第 2 ステージと、第 1 ステージに配され、基板を誘導加熱する誘導加熱部とを備えるステージ装置が提供される。

【0005】

本発明の第 2 の態様においては、上記ステージ装置と、ステージ装置に対向して配され、他の基板を保持する他のステージ装置とを備え、ステージ装置を他のステージ装置に近接および離間させることにより、基板と他の基板とを貼り合わせる基板貼り合せ装置が提供される。

20

【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わ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、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。

30

【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】接合装置 140 の構造を模式的に示す正面図である。

【図 3】接合装置 140 のにおける基板の位置合せ過程を模式的に示す断面図である。

【図 4】上ステージ 141 及び下ステージ 142 の構造を模式的に示す断面図である。

【図 5】微動ステージ 450 を駆動するアクチュエータ等の配置の一例を示す平面図である。

【図 6】誘導コイル組 410 の配置の一例を示す平面図である。

【図 7】図 6 における A 方向から観察する誘導コイル 412 の正面図である。

40

【図 8】誘導加熱の一例を概念的に示す。

【図 9】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 104 と、プリアライナ 126 と、接合装置 140 と、基板ホルダ

50

ラック 1 2 8 と、基板取り外し部 1 3 0 と、ロボットアーム 1 3 2 と、ロボットアーム 1 3 4、基板カセット 1 1 2 と、基板カセット 1 1 4 と、基板カセット 1 1 6 とを備える。プリライナ 1 2 6、接合装置 1 4 0、基板ホルダラック 1 2 8、基板取り外し部 1 3 0、ロボットアーム 1 3 2 及びロボットアーム 1 3 4 は、筐体 1 0 4 の内側にそれぞれ配される。

【 0 0 1 2 】

基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 は、筐体 1 0 4 の外部に、筐体 1 0 4 に対して脱着自在に装着される。基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 は、基板貼り合せ装置 1 0 0 において接合される第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 を収容する。基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 により、複数の第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 が一括して基板 10

【 0 0 1 3 】

プリライナ 1 2 6 は、高精度であるが故に接合装置 1 4 0 の狭い調整範囲に第 1 基板 1 2 2 または第 2 基板 1 2 3 の位置が収まるように、個々の第 1 基板 1 2 2 または第 2 基板 1 2 3 の位置を仮合わせする。この場合に、プリライナ 1 2 6 は第 1 基板 1 2 2 等の外形を観察することにより、第 1 基板 1 2 2 等の位置決めを行う。これにより、接合装置 1 4 0 が第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 の位置を確実に位置決めすることができる。

【 0 0 1 4 】

基板ホルダラック 1 2 8 は、複数の上基板ホルダ 1 2 4 および複数の下基板ホルダ 1 2 5 を収容して待機させる。基板貼り合せ装置 1 0 0 において、上基板ホルダ 1 2 4 および下基板ホルダ 1 2 5 は、それぞれ、第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 を静電吸着により保持する。

【 0 0 1 5 】

接合装置 1 4 0 は、それぞれ上基板ホルダ 1 2 4 及び下基板ホルダ 1 2 5 に保持されて搬送されてきた第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 に設けられた複数の指標を観察することにより、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 の位置をプリライナ 1 2 6 よりも詳細に把握して、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を対向させて、位置合せて、重ね合せて接合する。位置合せには、観察結果を統計処理して第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 の座 30

【 0 0 1 6 】

接合装置 1 4 0 を包囲して断熱壁 1 4 5 およびシャッタ 1 4 6 が設けられる。断熱壁 1 4 5 およびシャッタ 1 4 6 に包囲された空間は空調機等に連通して温度管理され、接合装置 1 4 0 における位置合わせ精度を維持する。接合装置 1 4 0 についての具体的な説明は、他の図面を用いて後述する。

【 0 0 1 7 】

一对のロボットアーム 1 3 2、1 3 4 のうち、基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 に近い側に配置されたロボットアーム 1 3 2 は、基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6、プリライナ 1 2 6 および接合装置 1 4 0 の間で第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 を搬送する。一方、基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 1 6 から遠い側に配置されたロボットアーム 1 3 4 は、接合装置 1 4 0、基板ホルダラック 1 2 8 及び基板取り外し部 1 3 0 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 1 8 】

ここで、ロボットアーム 1 3 2、1 3 4 により、上ステージ 1 4 1 及び下ステージ 1 4 2 にそれぞれ第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を保持させる過程を説明する。まず、ロボットアーム 1 3 4 が基板ホルダラック 1 2 8 から一枚の上基板ホルダ 1 2 4 を取り出して下ステージ 1 4 2 に載置する。下ステージ 1 4 2 は、基板カセット 1 1 2、1 1 4、1 50

１６に近い側に移動する。ロボットアーム１３２は、プリアライナ１２６からプリアライメントされた第１基板１２２を取り出して、下ステージ１４２の上の上基板ホルダ１２４に載置して、静電吸着させる。

【００１９】

下ステージ１４２は、再び基板カセット１１２、１１４、１１６から遠い側に移動する。ロボットアーム１３４は、下ステージ１４２から第１基板１２２を静電吸着した上基板ホルダ１２４を受け取り、裏返して上ステージ１４１に近づける。上ステージ１４１は、真空吸着によりその上基板ホルダ１２４を保持する。

【００２０】

ロボットアーム１３４は、下ステージ１４２に下基板ホルダ１２５を載置する。ロボットアーム１３２は、その上に第２基板１２３を載置して保持させる。これにより、下ステージ１４２に保持された第２基板１２３における回路等が形成された面は、上ステージ１４１に保持された第１基板１２２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の位置を合わせて、第１基板１２２と第２基板１２３を重ね合せて接合する。ロボットアーム１３４は、接合された第１基板１２２と第２基板１２３、及びそれら２枚の基板を挟んで保持する上基板ホルダ１２４と下基板ホルダ１２５を接合装置１４０から基板取り外し部１３０に搬送する。

【００２１】

基板取り外し部１３０は、上基板ホルダ１２４および下基板ホルダ１２５に挟まれて接合された第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。接合された第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收容される。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。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。

【００２２】

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。また、装填された第１基板１２２および第２基板１２３が、既に複数のウェハを積層して形成された積層基板であってもよい。

【００２３】

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。制御部１４８は、重ね合わせられた第１基板１２２と第２基板１２３を加熱加圧して接合することができる。

【００２４】

図２及び図３は、接合装置１４０の構造を模式的に示し、接合装置１４０が第１基板１２２と第２基板１２３の位置合せをする段階を概略的に示す。接合装置１４０は、枠体３１０の内側に配された上ステージ１４１、下ステージ１４２、Ｘステージ３５４、Ｙステージ３５６および昇降部３６０を備える。

【００２５】

枠体３１０は、互いに平行で水平な天板３１２および底板３１６と、天板３１２および底板３１６を結合する複数の支柱３１４を含む。天板３１２、支柱３１４および底板３１６は、それぞれ高剛性な材料により形成され、内部機構の動作に係る反力が作用した場合も変形を生じない。

【００２６】

10

20

30

40

50

上ステージ１４１は、天板３１２の下面に固定される。上ステージ１４１は、上発熱体３８２を有する。図２に示すように、上ステージ１４１は、上発熱体３８２を通じて上基板ホルダ１２４を吸着する。当該吸着方法は、真空吸着であってよく、静電吸着であってよい。上基板ホルダ１２４は、静電吸着により第１基板１２２を下面に保持する。上発熱体３８２は、上基板ホルダ１２４及び第１基板１２２を加熱する。

【００２７】

Xステージ３５４は、制御部１４８（図１を参照）の制御により、底板３１６の上に載置され、底板に対して固定されたガイドレール３５２に案内されつつX方向に移動する。Yステージ３５６は、制御部１４８の制御により、Xステージ３５４の上でY方向に移動する。昇降部３６０は、Yステージ３５６上に搭載され、制御部１４８の制御により、Z方向に昇降できる。下ステージ１４２は、昇降部３６０の上に設けられる。

10

【００２８】

図２に示すように、下ステージ１４２は、粗動ステージ４００と、微動ステージ４５０を有する。微動ステージ４５０は、下基板ホルダ１２５を吸着する。当該吸着方法は、真空吸着であってよく、静電吸着であってよい。下基板ホルダ１２５は、静電吸着により第２基板１２３を上面に保持する。従って、下ステージ１４２に載置された第２基板１２３は、制御部１４８の制御により、Xステージ３５４、Yステージ３５６および昇降部３６０と共に、X、Y及びZ方向に移動できる。

【００２９】

下ステージ１４２は、反射鏡３７０を有する。反射鏡３７０は、下ステージ１４２の外部に固定された干渉計から出射されたレーザ光を反射する。これにより、下ステージ１４２の正確な位置および移動量を検出できる。

20

【００３０】

下ステージ１４２は、制御部１４８の制御により、それぞれX、Y、Z軸を中心に回転する機能を有する。従って、下ステージ１４２に載置された第２基板１２３は、制御部１４８の制御により、XY面上の向きを変えることができ、傾斜角度を変更することができる。下ステージ１４２は、ステージ装置の一例である。

【００３１】

接合装置１４０は、一对の顕微鏡３４２、３４４を有する。一方の顕微鏡３４２は、天板３１２の下面に、上ステージ１４１に対して所定の間隔をおいて固定される。他方の顕微鏡３４４は、昇降部３６０と共に、Yステージ３５６に搭載される。これにより顕微鏡３４４は、昇降部３６０と共に、XY平面上を移動する。図２に示すように、接合装置１４０は、顕微鏡３４２、３４４を用いて、それぞれ対向する第１基板１２２および第２基板１２３に設けられた指標Mを観察することにより、第１基板１２２および第２基板１２３の位置をプリライナ１２６よりも詳細に検出して把握する。検出した位置データは、制御部１４８に送信され記憶される（図１を参照）。アラインメントの基準となる指標Mは、そのために設けられた図形等であるとは限らず、第１基板１２２および第２基板１２３に形成された配線、パンプ、スクライプライン等でもあり得る。

30

【００３２】

図３は、接合装置１４０が第１基板１２２および第２基板１２３の位置を合わせる過程を概略的に示す。制御部１４８は、取得した第１基板１２２および第２基板１２３の位置データに基づいて、下ステージ１４２を制御して、第１基板１２２および第２基板１２３の指標Mがそれぞれ統計的に算出された位置に配置されるように、第１基板１２２と第２基板１２３の位置を高精度で合わせる。

40

【００３３】

昇降部３６０は、制御部１４８の制御に基づいて上昇して、下ステージ１４２に載置された第２基板１２３を持ち上げ、上ステージ１４１に保持された第１基板１２２に重ね合わせて、更に予め定められた圧力を加えて加圧することができる。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。また、上発熱体

50

382及び下発熱体384は、上下から重ねあわされた第1基板122および第2基板123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122及び第2基板123における電極同士を確実に接合することができる。

【0034】

図4は、上ステージ141及び下ステージ142の構造を模式的に示す断面図である。下ステージ142は、粗動ステージ400と、誘導コイル組410と、微動ステージ450とを備える。

【0035】

粗動ステージ400は、底板402と、枠体404と、台座406とを含む。粗動ステージ400は、制御部148の制御に基づいて、Xステージ354、Yステージ356および昇降部360により、X、Y及びZ方向に移動でき、且つ回転機構により傾斜することができる。

【0036】

底板402は、昇降部360の上に設けられ、下ステージ142における台座406と枠体404等を載置して支持する。枠体404は、底板402の上部に設けられ、微動ステージ450を内側に囲む。底板402及び枠体404は、それぞれ高剛性な材料により形成され、内部機構の動作に係る反力により変形しない。台座406は、誘導コイル組410及び微動ステージ450を支持する台座であり、枠体404の内側で底板402の上面に設けられる。

【0037】

誘導コイル組410は、絶縁部材408を介して台座406の上に配される。誘導コイル組410は、下発熱体384を誘導加熱する。下発熱体384は、下基板ホルダ125を伝熱により加熱して、下基板ホルダ125も伝熱により第2基板123を加熱することができる。第1基板122及び第2基板123が重ねあわされた場合に、誘導コイル組410は、第1基板122及び第2基板123を加熱して、両基板を接合することができる。誘導コイル組410は、誘導加熱部の一例である。

【0038】

誘導コイル組410の各コイルは、中空部420を有する。中空部420に冷媒が流れ、各コイルが冷却されることができる。

【0039】

絶縁部材408は、電氣的絶縁材料から形成される。絶縁部材408は、誘導コイル組410と台座406との電氣的導通を防ぐ。絶縁部材408の材料として、ガラス、セラミックス等が例示できる。なお、台座406が電氣的絶縁材料から形成される場合に、絶縁部材408を省略してもよい。

【0040】

微動ステージ450は、ステージ本体451と、支柱452と、板ばね454と、下発熱体384とを含む。ステージ本体451は、微動ステージ450における下発熱体384等を載置する台座である。ステージ本体451は、枠体404との間に、水平に配された複数のアクチュエータ430を介して連結され。ステージ本体451は、水平に配されたアクチュエータ430の動作によりX方向およびY方向に移動する。また、ステージ本体451は、水平に配置した複数のアクチュエータ430を異なる動作量で動作させることにより、鉛直なZ軸の回りに回転する。

【0041】

ステージ本体451は、台座406との間に、垂直に配された複数のアクチュエータ440を介して連結される。ステージ本体451は、垂直に配されたアクチュエータ440を動作させることにより昇降する。ステージ本体451は、垂直に配された複数のアクチュエータ440の動作量を相互に変えることにより水平面に対する傾きも変化させる。

【0042】

図5は、微動ステージ450を駆動するアクチュエータ等の配置の一例を示す平面図である。水平向きのアクチュエータ430が三つ設けられるとともに、垂直向きのアクチュ

10

20

30

40

50

エータ４４０が三つ設けられることにより、ステージ本体４５１は六自由度で移動することができる。

【００４３】

このように、ステージ本体４５１は、粗動ステージ４００に駆動され、広範囲で迅速にＸ、Ｙ、Ｚ方向に移動及び傾斜できる一方、粗動ステージ４００を停止させた状態で、複数のアクチュエータ４３０及びアクチュエータ４４０の駆動により、予め定められた小範囲において、粗動ステージ４００に対して相対的に精密に移動、回転、傾斜することができる。

【００４４】

例えば、図２に示すように、顕微鏡３４２、３４４を用いて、それぞれ対向する第１基板１２２および第２基板１２３位置を検出して、図３に示すように、制御部１４８が粗動ステージ４００を移動して、第１基板１２２および第２基板１２３について初期位置合せをする。この初期位置合せにより、上ステージ１４１に載置された第１基板１２２に対して、下ステージ１４２に載置された第２基板１２３の相対位置が、微動ステージ４５０により調整できる範囲に収めることができる。その後、複数のアクチュエータ４３０の駆動により、第２基板１２３の水平位置が調整され、複数のアクチュエータ４３０の駆動により、第２基板１２３の傾斜が調整される。更に、複数のアクチュエータ４３０の駆動により、第２基板１２３が持ち上げられ、第１基板１２２に重ねあわされて、予め定められた圧力まで加圧される。

【００４５】

また、アクチュエータ４４０の駆動によりステージ本体４５１の下面が誘導コイル組４１０に接して、冷媒が流される誘導コイル組４１０によりステージ本体４５１が冷却されることができる。

【００４６】

ステージ本体４５１は、誘導コイル組４１０が下発熱体３８４を誘導加熱する間に、複数のアクチュエータ４４０の駆動により、誘導コイル組４１０と予め定められた間隔を置いた位置に配される。従って、誘導コイル組４１０は、微動ステージ４５０および第２基板１２３に非接触で第２基板１２３を加熱することができる。

【００４７】

下発熱体３８４は、ステージ本体４５１の上方に設けられる。下発熱体３８４は、その周辺を囲んでステージ本体４５１の上面に配置された複数の支柱４５２、及び当該支柱４５２と下発熱体３８４を連結する板ばね４５４により、ステージ本体４５１に対してエアギャップ４５６を有して保持される。図５において、１０本の支柱４５２と１０枚の板ばね４５４により下発熱体３８４を支持する例が示されるが、１０本の支柱４５２と１０枚の板ばね４５４は下発熱体３８４の周辺を均等に配置されている。

【００４８】

下ステージ１４２が上昇して、第１基板１２２と第２基板１２３を重ね合わせてから加圧する場合には、板ばね４５４が変形して、下発熱体３８４の下面がステージ本体４５１の上面に接するので、ステージ本体４５１は、下発熱体３８４及び下基板ホルダ１２５を介して両基板に加圧することができる。更に、アクチュエータ４４０の駆動によりステージ本体４５１の下面が誘導コイル組４１０に接すると、冷媒が流される誘導コイル組４１０は、ステージ本体４５１、下発熱体３８４及び下基板ホルダ１２５を介して両基板を冷却することができる。

【００４９】

なお、上述とおり、下発熱体３８４は、下基板ホルダ１２５を介して第２基板１２３を保持する。従って、微動ステージ４５０は、ステージ本体４５１、下発熱体３８４及び下基板ホルダ１２５を介して第２基板１２３を移動可能に支持する。粗動ステージ４００は、微動ステージ４５０が下基板ホルダ１２５を移動する可動範囲よりも大きい可動範囲で微動ステージ４５０を移動可能に支持する。

【００５０】

10

20

30

40

50

下発熱体 384 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 SiC 等から形成される。第 1 基板 122 及び第 2 基板 123 を均一に加熱する目的で、下発熱体 384 は、下基板ホルダ 125 より大きいサイズを有することが好ましい。

【0051】

ステージ本体 451 は、断熱効果を有する材料から形成される。ステージ本体 451 は、下発熱体 384 からの熱を遮断して、誘導コイル組 410 が高温になることを防ぐ。ステージ本体 451 の材料として、ガラス、セラミックス等が例示できる。ステージ本体 451 に冷却管が通っていてもよい。

【0052】

アクチュエータ 440 は、マグネット 442 と、ヨーク 444 と、ベローズ 446 を有する。マグネット 442 は、ステージ本体 451 側に固定された軸形状を有する。ヨーク 444 は、台座 406 側に固定され、その内側にはコイルが巻かれる。マグネット 442 は、ヨーク 444 のコイルの内側に進退自在に挿入され、当該コイルに流れる駆動電流を変化させることによりヨーク 444 の内部を進退して、台座 406 に対してステージ本体 451 を上下に駆動する。アクチュエータ 440 は、微動ステージ 450 を磁氣的に駆動する磁気駆動部の一例である。コイルを含むヨーク 444 を台座 406 側に配することにより、ステージ本体 451 が移動する場合に、コイルに駆動電流を供給するケーブルをステージ本体 451 が引きずることが避けられる。

【0053】

ベローズ 446 は、上下方向に伸縮することができる。ベローズ 446 は、マグネット 442 及びヨーク 444 の周辺を囲み、下部の台座 406 と上部のステージ本体 451 と共に密閉した空間を形成する。この空間に外部から作動流体を供給することにより微動ステージ 450 の質量を支え、微動ステージ 450 を円滑且つ精密に移動させることができる。当該作動流体の一例は気体であるが、他の流体であってもよい。即ち、当該空間及び作動流体により自重キャンセラが形成される。当該自重キャンセラは、誘導コイル組 410 の外側に配される。

【0054】

ベローズ 446 は、高い透磁率を有する材料から形成される。そうすると、ベローズ 446 は、磁気遮断シールドとしてアクチュエータ 440 と誘導コイル組 410 とを磁氣的に遮断することができる。ベローズ 446 の材料として、パーマロイが例示できる。また、磁気シールド効果を高める目的で、上記空間を形成する台座 406 側及びステージ本体 451 側にも高透磁率の材料により囲むことが好ましい。

【0055】

アクチュエータ 430 は、マグネット 432 と、ヨーク 434 と、ベローズ 436 を有する。マグネット 432 は、ステージ本体 451 側に固定された軸状のマグネットである。ヨーク 434 は、枠体 404 側に固定され、その内側にはコイルが巻かれる。マグネット 432 は、ヨーク 434 のコイルの内側に進退自在に挿入され、当該コイルに流れる駆動電流を変化させることによりヨーク 434 の内部を進退して、枠体 404 に対してステージ本体 451 を横に駆動する。アクチュエータ 430 は、アクチュエータ 440 と同様に、磁気駆動部の一例である。コイルを含むヨーク 434 を枠体 404 側に配することにより、ステージ本体 451 が移動する場合に、コイルに駆動電流を供給するケーブルをステージ本体 451 が引きずることが避けられる。

【0056】

ベローズ 436 は、高い透磁率を有する材料から形成され、磁気遮断シールドとしてアクチュエータ 430 と誘導コイル組 410 とを磁氣的に遮断することができる。ベローズ 436 の材料として、パネ性のあるステンレス鋼である SUS304 が例示できる。この場合に、ベローズ 436 自体が誘導加熱されるのを避けるべく、厚みは 0.2 から 0.5 mm 程度が好ましい。また、時期シールド効果を高める目的で、マグネット 432 及びヨーク 434 を囲む空間の枠体 404 側及びステージ本体 451 側にも高透磁率の材料により囲むことが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

図 4 に示すように、上ステージ 1 4 1 は、台座 5 0 2 と、誘導コイル組 5 1 0 と、上発熱体 3 8 2 とを備える。上ステージ 1 4 1 は、他のステージ装置の例である。上述とおり、下ステージ 1 4 2 は、上ステージ 1 4 1 に対向して配され、上ステージ 1 4 1 に近接および離間させることにより、それぞれ保持する第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を貼り合わせることができる。

【 0 0 5 8 】

台座 5 0 2 は、図 2 に示すように、接合装置 1 4 0 の天板 3 1 2 に固定される。誘導コイル組 5 1 0 は、絶縁部材 5 0 8 を介して台座 5 0 2 の下部に設けられ、その下が発熱絶縁材 5 3 0 により覆われる。熱絶縁材 5 3 0 の下には、上発熱体 3 8 2 が設けられる。

10

【 0 0 5 9 】

台座 5 0 2 は、高剛性材料より形成され、上ステージ 1 4 1 における上発熱体 3 8 2 等を保持する。絶縁部材 5 0 8 は、電氣的絶縁材料から形成される。絶縁部材 5 0 8 は、誘導コイル組 5 1 0 と台座 5 0 2 との電氣的導通を防ぐ。絶縁部材 5 0 8 の材料として、ガラス、セラミックス等が例示できる。

【 0 0 6 0 】

誘導コイル組 5 1 0 は、上発熱体 3 8 2 を誘導加熱する。上発熱体 3 8 2 は、上基板ホルダ 1 2 4 を伝熱により加熱して、上基板ホルダ 1 2 4 も伝熱により第 1 基板 1 2 2 を加熱することができる。第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 が重ねあわされた場合に、誘導コイル組 5 1 0 は、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を加熱して、両基板を接合することができる。誘導コイル組 5 1 0 は、誘導加熱部の一例である。誘導コイル組 5 1 0 の各コイルは、中空部 5 2 0 を有する。中空部 5 2 0 に冷媒が流され、各コイルが冷却されることができる。

20

【 0 0 6 1 】

熱絶縁材 5 3 0 は、断熱効果の有する材料から形成される。熱絶縁材 5 3 0 は、上発熱体 3 8 2 からの熱を遮断して、誘導コイル組 5 1 0 が高温になることを防ぐ。熱絶縁材 5 3 0 は、電氣的絶縁材料から形成される。熱絶縁材 5 3 0 は、誘導コイル組 5 1 0 と上発熱体 3 8 2 との電氣的導通を防ぐ。熱絶縁材 5 3 0 の材料として、ガラス、セラミックス等が例示できる。

【 0 0 6 2 】

図 6 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。誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、それぞれの両端に電極 6 1 0 を有し、電流供給部 6 2 0 に接続される。

30

【 0 0 6 3 】

誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、中空部 4 2 0 を有する管から形成される。中空部 4 2 0 には、配管 6 3 0 から導入される冷媒により充填される。誘導コイル 4 1 2、4 1 4、4 1 6、4 1 8 は、上述のとおり、誘導加熱によりホルダ対を加熱することができるだけでなく、中空部 4 2 0 に導入される冷媒により、ステージ本体 4 5 1、下発熱体 3 8 4 を介してホルダ対を冷却することもできる。よって、接合装置 1 4 0 は、第 1 基板 1 2 2 及び第 2 基板 1 2 3 を加熱加圧して接合した後、積層基板を冷却することもできる。

40

【 0 0 6 4 】

図 7 は図 6 における A 方向から観察する誘導コイル 4 1 2 の正面図である。誘導コイル組 4 1 0 に含まれる各誘導コイルは、直径のサイズが異なるだけで、同じ構造を有するので、図 7 には、誘導コイル 4 1 2 だけを示してその構造を説明する。図 7 に示すように、この実施形態では、電極 6 1 0 及び配管 6 3 0 は、誘導コイル 4 1 2 の下部から引出される。ことにより、各誘導コイルの開口部を小さくして、誘起した磁場の均一性を高めることができる。なお、図 6 に示すように、各誘導コイルの開口部の向きをずらすことにより

50

、更に磁場の均一性を高めることができる。

【0065】

電流供給部620は、高周波交流電源であってよい。電流供給部620は、電極610を通じて、誘導コイル412、414、416、418に、互いに独立して電流を供給する。電流供給部620は、誘導コイル412、414、416、418に、同位相の電流を供給する。電流供給部620の周波数は、10kHzから1MHzまでの範囲内で、加熱温度、加熱レート、加熱対象である下発熱体384の材質、形状等を考慮して決められる。電流供給部620から供給する電力は、加熱温度、加熱レート、加熱対象である下発熱体384の材質、形状等を考慮して決められるが、例えば、1kWであってよい。

【0066】

誘導コイル412、414、416、418は、電流供給部620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下発熱体384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。

【0067】

誘導コイル412、414、416、418は、電気良導体のパイプにより巻いたコイルであってよい。誘導コイル412、414、416、418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6において、誘導コイル412、414、416、418としてそれぞれ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よい。誘導コイル412、414、416、418は、その内部に冷媒が流さなければ、線材、板などにより巻いたコイルであってもよい。

【0068】

図8は、誘導加熱の一例を概念的に示す。下ステージ142における誘導コイル組410の四つの誘導コイルは、図8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。下発熱体384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8に示すように、コイルの内側を通過した磁束は、下発熱体384の内部に集中して、下発熱体384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、下発熱体384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。

【0069】

誘導コイル組410と同様に、電流供給部620から上ステージ141における誘導コイル組510に交流電流を供給すると、誘導コイル組510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上ステージ141の上発熱体382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。

【0070】

電流供給部620は、誘導コイル組410と誘導コイル組510との間に互いに逆位相の電流を供給する。電流供給部620が誘導コイル組410と誘導コイル組510との間に互いに逆位相の電流を供給すると、図8に示すように、誘導コイル組410及び誘導コイル組510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破壊することを防ぐことができる。

【0071】

接合装置140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。特に、下ステージ142において、誘導コイル組410が粗

10

20

30

40

50

動ステージ４００に配置され、下発熱体３８４が誘導コイル組４１０と分離してステージ本体４５１に配置されるので、電気抵抗ヒーターがステージ本体４５１に設置された場合のように、微動ステージ４５０が電気配線を引き回すことができなく、微動ステージ４５０による基板の位置合せ精度を高めることができる。

【００７２】

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、上の上ステージ１４１及び下の下ステージ１４２にそれぞれ誘導コイル組５１０及び誘導コイル組４１０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。

10

【００７３】

エアギャップ４５６を設けたことにより、下発熱体３８４とステージ本体４５１が接触した場合に生じる下発熱体３８４の温度ムラを低減することができる。さらに、エアギャップ４５６を設けたことにより、下発熱体３８４からステージ本体４５１への熱伝導率を下げて、アクチュエータ４３０、４４０の温度上昇による推力の低下を防ぐことができる。

【００７４】

上述の実施形態では、接合装置１４０において、第１基板１２２と第２基板１２３の位置合せから加熱加圧による最終接合まで行ったが、接合装置１４０において第１基板１２２と第２基板１２３との仮接合をしてから、第１基板１２２と第２基板１２３を別途用意される加熱加圧装置に搬送して、加熱加圧装置において最終の本接合をしてもよい。

20

【００７５】

なお、図１から図８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１２３は、それぞれ直接接合装置１４０における上発熱体３８２及び下発熱体３８４に載置される。誘導コイル組４１０及び誘導コイル組５１０は、それぞれ下発熱体３８４及び上発熱体３８２を誘導加熱する。下発熱体３８４及び上発熱体３８２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。上発熱体３８２及び下発熱体３８４を発熱させるのに代えて、誘導コイル組５１０及び誘導コイル組４１０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。

30

【００７６】

また、図１から図８に示す実施形態において、誘導コイル組５１０は上発熱体３８２を発熱させ、誘導コイル組４１０は下発熱体３８４を発熱させるが、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、誘導コイル組５１０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、誘導コイル組４１０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。また、図１から図８に示す実施形態において、誘導コイル組４１０は、粗動ステージ４００の上に配されているが、配置はこれに限られない。誘導コイル組４１０は、下ステージ１４２が上下二段のステージである場合における、下のステージ上に配されてもよい。例えば、図２に示す実施形態において、Ｘステージ３５４とＹステージ３５６とが上下に配されているが、そのうちの下のステージであるＹステージ３５６に誘導コイル組４１０が配されてもよい。

40

【００７７】

接合装置１４０は、更にプラズマ発生部を有してよい。プラズマ発生部が発生したプラズマにより、第１基板１２２及び第２基板１２３の表面を活性化してから、両基板を重ね合わせると、固体拡散により両基板が接合することができる。この場合に、誘導コイル組

50

4 1 0 及び誘導コイル組 5 1 0 により、第 1 基板 1 2 2 と第 2 基板 1 2 3 について、2 0 0 以下に加熱すれば、固体拡散を促進して、接合を確実にすることができる。この場合、加圧しなくてもよい。

【0078】

図 9 は、積層半導体装置を製造する製造方法の概略を示す。図 9 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 S 1 1 0、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 S 1 2 0、積層半導体装置の基材である基板を製造するステップ S 1 3 0、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 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 に半導体装置を形成する基板処理ステップ S 1 4 0、上記の基板貼り合せ装置を用いて、処理された第 1 基板 1 2 2 および第 2 基板 1 2 3 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 S 1 5 0、検査ステップ S 1 6 0 等を経て製造される。なお、デバイス組み立てステップ S 1 5 0 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

【0079】

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

【0080】

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】

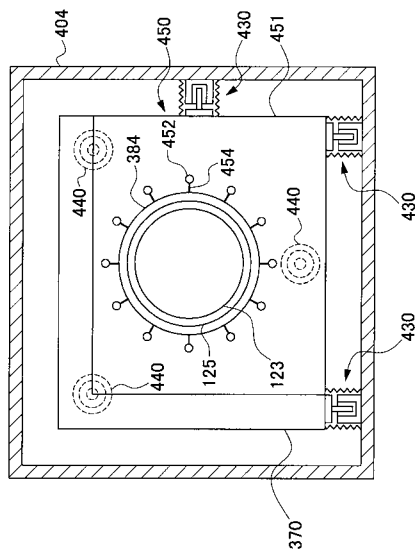
【0081】

1 0 0 基板貼り合せ装置、1 0 4 筐体、1 1 2 基板カセット、1 1 4 基板カセット、1 1 6 基板カセット、1 2 2 第 1 基板、1 2 3 第 2 基板、1 2 4 上基板ホルダ、1 2 5 下基板ホルダ、1 2 6 プリアライナ、1 2 8 基板ホルダラック、1 3 0 基板取り外し部、1 3 2 ロボットアーム、1 3 4 ロボットアーム、1 4 0 接合装置、1 4 1 上ステージ、1 4 2 下ステージ、1 4 5 断熱壁、1 4 6 シャッタ、1 4 8 制御部、3 1 0 枠体、3 1 2 天板、3 1 4 支柱、3 1 6 底板、3 4 2 顕微鏡、3 4 4 顕微鏡、3 5 2 ガイドレール、3 5 4 X ステージ、3 5 6 Y ステージ、3 6 0 昇降部、3 7 0 反射鏡、3 8 2 上発熱体、3 8 4 下発熱体、4 0 0 粗動ステージ、4 0 2 底板、4 0 4 枠体、4 0 6 台座、4 0 8 絶縁部材、4 1 0 誘導コイル組、4 1 2 誘導コイル、4 1 4 誘導コイル、4 1 6 誘導コイル、4 1 8 誘導コイル、4 2 0 中空部、4 3 0 アクチュエータ、4 3 2 マグネット、4 3 4 ヨーク、4 3 6 ベローズ、4 4 0 アクチュエータ、4 4 2 マグネット、4 4 4 ヨーク、4 4 6 ベローズ、4 5 0 微動ステージ、4 5 1 ステージ本体、4 5 2 支柱、4 5 4 板ばね、4 5 6 エアギャップ、5 0 2 台座、5 0 8 絶縁部材、5 1 0 誘導コイル組、5 2 0 中空部、5 3 0 熱絶縁材、6 1 0 電極、6 2 0 電流供給部、6 3 0 配管

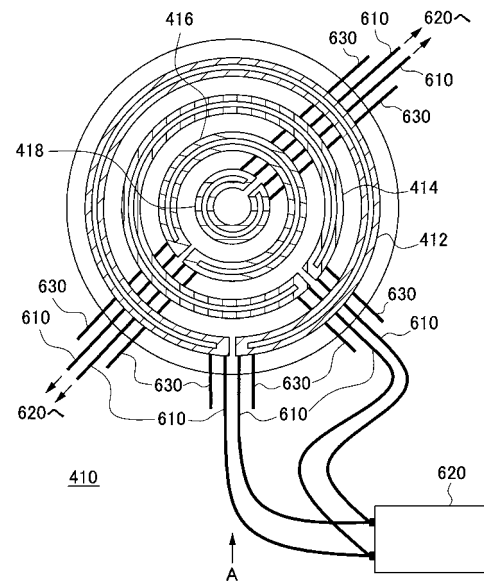
30

40

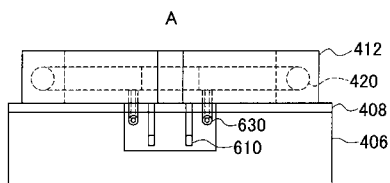
【図 5】



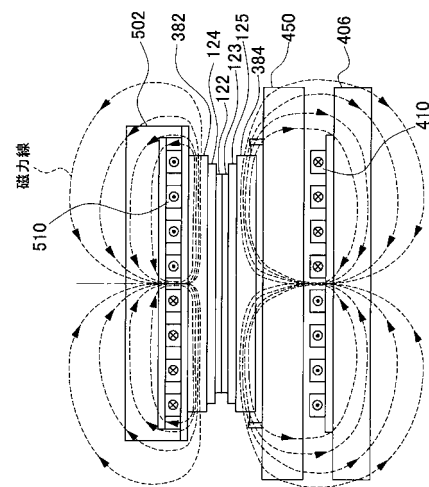
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【 図 9 】

