

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5200522号  
(P5200522)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 25/065	(2006.01)	HO 1 L 25/08		Z
HO 1 L 25/07	(2006.01)	HO 1 L 21/02		B
HO 1 L 25/18	(2006.01)			
HO 1 L 21/02	(2006.01)			

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-325618 (P2007-325618)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成19年12月18日(2007.12.18)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(65) 公開番号	特開2009-147257 (P2009-147257A)	(74) 代理人	100106541 弁理士 伊藤 信和
(43) 公開日	平成21年7月2日(2009.7.2)	(72) 発明者	三ッ石 創 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成22年12月3日(2010.12.3)	審査官	酒井 英夫
		(56) 参考文献	特開2003-249245 (JP, A) ) 特開2004-266071 (JP, A) )

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板張り合わせ方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加工領域毎に設定された計測点を有する第1基板と第2基板とを張り合わせる基板張り合わせ方法において、

第1基準マークを有する第1基板保持部によって前記第1基板を保持し、第2基準マークを有する第2基板保持部によって前記第2基板を保持する保持工程と、

第1条件下で、前記第1基板と第2基板とのそれぞれ前記被加工領域毎に設定された計測点のうち、予め選択された所定数のサンプル計測点の位置を計測する計測工程と、

前記サンプル計測点の計測位置を演算パラメータとして統計演算を行い、前記第1基準マーク及び第2基準マークを基準としたそれぞれの前記被加工領域の配列のオフセット、ローテーション及び直交度についての少なくとも一つを算出する算出工程と、

前記第1条件とは異なる第2条件下で、前記第1基板及び前記第2基板に対して表面を活性化させる表面活性工程と、

前記第2条件下で、前記算出工程の算出結果に基づいて前記第1基板と前記第2基板とを重ね合わせる重ね合わせ工程と、を備え、

前記第1条件は常温大気圧の状態であり、前記第2条件は真空又は不活性ガス中であることを特徴とする基板張り合わせ方法。

【請求項2】

前記第1基板を保持する第1基板保持部と前記第2基板を保持する第2基板保持部とを搬送するローダーによって、前記計測工程が行われた場所から前記表面活性工程が行われ

る場所へと前記第 1 基板と前記第 2 基板とを搬送する工程を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の基板張り合わせ方法。

【請求項 3】

前記算出工程は前記被加工領域の配列のオフセット、ローテーション及び直交度を前記第 1 基準マーク及び前記第 2 基準マークを基準として算出し、

前記重ね合わせ工程は、前記第 1 基準マーク及び前記第 2 基準マークを観察しながら前記第 1 基板と前記第 2 基板とを重ね合わせること特徴とする請求項 2 に記載の基板張り合わせ方法。

【請求項 4】

さらに前記重ね合わせ工程後に、前記第 1 基板と前記第 2 基板とを加圧する加圧工程を備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の基板張り合わせ方法。

10

【請求項 5】

前記加圧工程は、前記第 1 基板及び前記第 2 基板を加熱する工程を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の基板張り合わせ方法。

【請求項 6】

前記重ね合わせ工程は、画像処理により前記第 1 基準マークと前記第 2 基準マークとの位置関係を観察することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の基板張り合わせ方法。

【請求項 7】

20

前記重ね合わせ工程は、前記第 1 基板保持部を載置した電気機械変位駆動のステージを移動させることで、前記第 1 基板と前記第 2 基板とを重ね合わせること特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の基板張り合わせ方法。

【請求項 8】

前記計測工程は、前記第 1 基板保持部又は前記第 2 基板保持部を載置したエアベアリングで移動するステージの位置をレーザー干渉計によって計測することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の基板張り合わせ方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、半導体ウエハなどの基板の積層する基板張り合わせ方法に関するもので、特に複数のチップが形成されている基板同士を正確に接合する基板張り合わせ方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や IC カード等の電子機器の高機能化に伴い、その内部に実装される半導体チップ（LSI、IC など）の薄型化又は小型化が進んでいる。また、線幅を狭くすることなく記憶容量を増すために半導体ウエハを数層重ね合わせた三次元実装タイプの半導体チップ、例えば SD カード又は MEMS などが増えつつある。

【0003】

40

特許文献 1 は半導体ウエハ同士の接合面をプラズマにて親水処理して接合する方法を開示している。特許文献 1 で開示される装置は、半導体ウエハを原子ビーム、イオンビームまたはプラズマであるエネルギー波によりプラズマ処理工程を行った後、大気に暴露することなく、半導体ウエハ同士を接合している。特許文献 1 の第 2 実施形態では、最初に真空状態にしてプラズマ処理を行い、一对の半導体ウエハをアライメントして接合している。

【特許文献 1】特開 2005 - 294800 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

しかし、真空中であってもプラズマ処理工程を行ったのち、アライメントを行っている  
と、せっかくプラズマ処理して洗浄（活性化）された半導体ウエハの表面が汚染されて半  
導体ウエハ同士の接合がうまくいかない状況が発生する。また、ステージが真空中で大き  
なストローク例えば300mm程度を高精度に移動させることは困難である。さらに第1  
特許文献1では、半導体ウエハの表面に形成されたアライメントマークを2点観察してい  
るが、半導体ウエハには数百もの半導体チップが形成されているため、2点を観察する  
だけでは、これらの数百もの半導体チップを誤差なく接合することは大変困難である。

【0005】

また、特許文献1では、半導体ウエハの表面に形成されたアライメントマークをウエハ  
裏面側から赤外線透過で観察しているが、赤外線は不純物が高濃度にドーブされたウエハ  
を透過できない。このため通常使用されるMOS型デバイスウエハに適用できない場合が  
生じる。

10

さらに、特許文献1ではウエハ裏面からの観察のためにウエハホルダに貫通孔を設けて  
いる。この貫通孔の領域では静電チャック又は真空チャックが機能しないためウエハ保持  
の吸着に不均一が生じる問題もあった。

【0006】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、半導体ウエハを含む第  
1基板又は第2基板に設けられた被加工領域に対して、第1条件下で被加工領域の配列の  
オフセット、ローテーション及び直交度を算出し、第2条件で表面活性工程を行い、第  
1基板と前記第2基板とを重ね合わせるようする、このようにして、より最適に半導体ウ  
エハ同士の接合を行うことができる基板張り合わせ方法を提供することを目的としている

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本観点に係る基板張り合わせ方法は、被加工領域毎に設定された計測点を有する第1基  
板と第2基板とを張り合わせる基板張り合わせ方法である。この基板張り合わせ方法は、  
第1基準マークを有する第1基板保持部によって第1基板を保持し、第2基準マークを有  
する第2基板保持部によって第2基板を保持する保持工程と、第1条件下で、第1基板と  
第2基板とのそれぞれ被加工領域毎に設定された計測点のうち、予め選択された所定数の  
サンプル計測点の位置を計測する計測工程と、サンプル計測点の計測位置を演算パラメ  
ータとして統計演算を行い、第1基準マーク及び第2基準マークを基準としたそれぞれの被  
加工領域の配列のオフセット、ローテーション及び直交度についての少なくとも一つを算  
出する算出工程と、第1条件とは異なる第2条件下で、第1基板及び第2基板に対して表  
面を活性化させる表面活性工程と、第2条件下で、第1基準マーク及び第2基準マークを  
観察しながら、算出工程の算出結果に基づいて第1基板と第2基板とを重ね合わせる重ね  
合わせ工程と、を備える。

30

このような構成によれば、第1条件下で第1基板及び第2基板に設定された被加工領域  
の配置を計測し、第2条件下で表面活性処理を行いそれぞれの第1基板と第2基板との被  
加工領域を接合する。被加工領域の測定には第1条件下で正確に行うことができ、また、  
表面活性工程では表面の活性状態を維持したまま第1基板と第2基板とを素早く接合する  
ことができる。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明の基板張り合わせ方法は、基板に形成された個々の被加工領域の配置を高精度な  
アライメントで行うことができ、さらに表面活性工程の後に素早く接合できるため、精度  
よく且つ安定した被加工領域の接合を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

<ウエハ張り合わせ装置の全体構成>

図1はウエハ張り合わせ装置100の全体斜視図である。

50

ウエハ張り合わせ装置 100 は、ウエハローダー W L 及びウエハホルダローダー W H L を有している。ウエハローダー W L 及びウエハホルダローダー W H L は、多関節口ポットであり六自由度方向 ( X , Y , Z , X , Y , Z ) に移動可能である。さらにウエハローダー W L はレール R A に沿って Y 方向に長い距離移動可能であり、ウエハホルダローダー W H L はレール R A に沿って X 方向に長い距離移動可能である。

#### 【 0 0 1 0 】

ウエハ張り合わせ装置 100 は、その周辺に半導体ウエハ W を複数枚収納するウエハストッカー 10 を有している。ウエハ張り合わせ装置 100 は、第 1 半導体ウエハ W 1 と第 2 半導体ウエハ W 2 とを張り合わせるため、第 1 半導体ウエハ W 1 を収納するウエハストッカー 10 - 1 と第 2 半導体ウエハ W 2 を収納するウエハストッカー 10 - 2 とが用意されている。また、ウエハストッカー 10 の近郊に半導体ウエハ W (以下、特に第 1 半導体ウエハ W 1 と第 2 半導体ウエハ W 2 とを区別しないときには半導体ウエハ W と呼ぶ。) をプリアライメントするウエハプリアライメント装置 20 が設けられている。ウエハローダー W L によりウエハストッカー 10 から取り出された半導体ウエハ W がウエハプリアライメント装置 20 に送られる。

10

#### 【 0 0 1 1 】

ウエハ張り合わせ装置 100 は、ウエハホルダ W H を複数枚収納するウエハホルダストッカー 30 を有している。ウエハホルダ W H は第 1 半導体ウエハ W 1 に対しても第 2 半導体ウエハ W 2 に対しても共用して使用することができるため、ウエハホルダストッカー 30 は一箇所である。また、ウエハホルダストッカー 30 の近郊にウエハホルダ W H をプリアライメントするウエハホルダプリアライメント装置 40 が設けられている。ウエハホルダローダー W H L によりウエハホルダストッカー 30 から取り出されたウエハホルダ W H がウエハホルダプリアライメント装置 40 に送られる。ウエハホルダプリアライメント装置 40 では、プリアライメントされたウエハホルダ W H に対して、プリアライメントされた半導体ウエハ W がウエハローダー W L により載置される。

20

#### 【 0 0 1 2 】

ウエハ張り合わせ装置 100 は、一对の半導体ウエハ W を載置したウエハホルダ W H をアライメントするアライナー 50 を有している。アライナー 50 は、大気圧中においてウエハホルダ W H に設けられた基準マーク F M ( 図 2 又は図 3 を参照 ) に対して、半導体ウエハ W に形成された 1 チップ ( 1 ショット ) ごとのアライメントマーク A M がどのように配置されているかを計測する。半導体ウエハ W には数百ものチップが形成されているため、主要な 8 点から 30 点ほどのサンプル計測点のアライメントマーク A M の計測を行い、半導体ウエハ W 全体のチップ配列のオフセット、ローテーション及び直交度などを計算する。このようなアライメント方法を、以下 E G A ( Enhanced Global Alignment ) と呼ぶ。

30

#### 【 0 0 1 3 】

アライナー 50 にはウエハホルダプリアライメント装置 40 から半導体ウエハ W を載置したウエハホルダ W H がウエハホルダローダー W H L により送られてくる。また、アライメント計測を終えたウエハホルダ W H はウエハホルダローダー W H L によりプラズマ接合装置 70 に送られる。アライナー 50 については図 2 を使い詳述する。

40

#### 【 0 0 1 4 】

ウエハ張り合わせ装置 100 のプラズマ接合装置 70 は、ウエハホルダ W H を介してアライナー 50 でアライメントされた一对の半導体ウエハ W に対してプラズマ処理を行う。さらに、プラズマ接合装置 70 は基準マーク F M を観察しながら、プラズマ処理により活性化した一对の半導体ウエハ W を重ね合わせる。こうすることで一对の半導体ウエハ W 上の電極である C u などの金属バンプ同士が互いに接合する。また、プラズマ接合装置 70 内は真空状態に保持されている。プラズマ接合装置 70 については図 4 を使い詳述する。

#### 【 0 0 1 5 】

ウエハ張り合わせ装置 100 はプラズマ接合装置 70 の隣に分離ユニット 80 を有している。分離ユニット 80 は、接合した半導体ウエハ W をウエハホルダ W H から外す。半導

50

体ウエハWはウエハローダーWLにより分離ユニット80から取り出され、張り合わせウエハ用ストッカー85に送られる。ウエハホルダWHはウエハホルダローダーWHLにより分離ユニット80から取り出され、再びウエハホルダストッカー30に戻される。張り合わされた半導体ウエハWはその後ダイシングされ個々のチップに切り取られる。

【0016】

ウエハ張り合わせ装置100は、ウエハ張り合わせ装置100全体の制御を行う主制御部90が設けられている。主制御部90は、ウエハローダーWL、ウエハホルダローダーWHL、ウエハプリアライメント装置20、及びウエハホルダプリアライメント装置40などの各装置を制御する制御装置と信号の受け渡しを行い全体の制御を行う。

【0017】

<アライナー50によるEGA>

図2は本実施形態のアライナー50を示した概念図である。半導体ウエハWはウエハホルダWHを介して二次元的に位置決めするウエハテーブル52上に載置されている。ウエハテーブル52は、大気圧のチャンパー内においてステージ51上で不図示のエアベアリングを介して支えられている。ステージ51にはリニアモータ54が設けられており、リニアモータ54はウエハテーブル52をXY方向に駆動させる。例えば半導体ウエハWの直径が300mmであると、ウエハテーブル52の移動範囲は300mm以上となる。

【0018】

ウエハテーブル52上面の一端には移動ミラー53が固定されており、移動ミラー53に対向するようにレーザー干渉計55が配置されている。尚、図2では図示を簡略化しているが、移動ミラー53はX軸に垂直な反射面を有する平面鏡及びY軸に垂直な反射面を有する平面鏡より構成されている。また、レーザー干渉計55は、X軸に沿って移動ミラー53にレーザービームを照射する2個のX軸用のレーザー干渉計及びY軸に沿って移動ミラー53にレーザービームを照射するY軸用のレーザー干渉計より構成されており、X軸用の1個のレーザー干渉計55及びY軸用の1個のレーザー干渉計55により、ウエハテーブル52のX座標及びY座標が計測される。レーザー干渉計55で計測されるX座標及びY座標よりなる座標系(X, Y)を、以下ではステージ座標系と呼ぶことにする。

【0019】

また、X軸用の2個のレーザー干渉計55の計測値の差によりウエハテーブル52の回転角が計測される。レーザー干渉計55により計測されたX座標、Y座標、及び回転角の情報座標計測回路60及び主制御部90に供給され、主制御部90は、供給された座標をモニターしつつリニアモータ54を介して、ウエハテーブル52の位置決め動作を制御する。

【0020】

また、アライナー50はアライメント系CAを有している。このアライメント系CAは、例えばハロゲンランプ等の広帯域波長の光を射出する光源62を備えており、光源62から射出された照明光がコリメータレンズ63、ビームスプリッター64及び対物レンズ61を介して半導体ウエハW上に形成された計測点としてのアライメントマークAM又はウエハホルダ上の基準マークFMに照射される。アライメントマークAM又はウエハホルダ上の基準マークFMからの反射光は、対物レンズ61、ビームスプリッター64及び集光レンズ65を介して指標板66上に導かれ、指標板66上にアライメントマークAMの像が結像される。

【0021】

指標板66を透過した光は、第1リレーレンズ67を経てビームスプリッター68に向かい、ビームスプリッター68を透過した光が、X軸用第2リレーレンズ69Xにより二次元CCDよりなるX軸用撮像装置CAXの撮像面上に集束される。また、ビームスプリッター68で反射された光が、Y軸用第2リレーレンズ69Yにより二次元CCDよりなるY軸用撮像装置CAYの撮像面上に集束される。X軸用撮像装置CAX、Y軸用撮像装置CAYの撮像面上にはそれぞれアライメントマークAM又は基準マークFMの像及び指標板66上の指標マークの像が重ねて結像される。撮像装置CAX、CAYの撮像信号は

10

20

30

40

50

共に座標計測回路60に供給される。

【0022】

図3(a)は、半導体ウエハWに複数形成されるアライメントマークAMの一例を説明するための図である。また、図3(b)においては、アライメントマークAMの像が指標板66上に結像した状態を図示している。なお、図3(a)に示すアライメントマークAMは、サンプル測定点のみ描いているがサンプル測定点以外のチップに対しても形成されていても良い。

【0023】

図3に示す通り、半導体ウエハW上には規則的にチップ領域ES1, ES2, ..., ESM(Mは3以上の整数)が形成されている。各チップ領域ESi(i=1~M)にはそれまでの工程によりそれぞれチップパターンが形成されている。また、各チップ領域ESiはx方向及びy方向に伸びる所定幅のストリートライン(スクライプライン)で区切られており、各チップ領域ESiに接するx方向に伸びたストリートラインの中央部にX軸、Y軸の二次元方向計測用のアライメントマークAMiが形成されている。

【0024】

半導体ウエハW上のアライメントマークAMiのx座標(設計上の座標値)Dxi、及びy座標(設計上の座標値)Dyiは既知であり、図2の主制御部90内の記憶部に記憶されている。この場合、アライメントマークAMiのx座標及びy座標を、それぞれチップ領域ESiのx座標及びy座標とみなす。

【0025】

半導体ウエハW上に設定された複数のチップ領域ES1~ESMの内、予め所定数のチップ領域がサンプルチップ(サンプル測定点)として選択されている。図3(a)に示す例では、斜線を付した9個のチップ領域がサンプルチップSA1~SA9として選択されている。サンプルチップSA1~SA9の各々にはアライメントマークAMiがそれぞれチップ領域ESiに付随して設けられている。

【0026】

また、半導体ウエハWを載置するウエハホルダWHには基準マークFMが半導体ウエハWを中央にしてその両側2箇所形成されている。これら2つの基準マークFMの位置関係は既知である。

【0027】

本実施形態で用いられるアライメントマークAM及び基準マークFMは、X方向に伸びた直線パターンと、これに直交するY方向に伸びた直線パターンとからなる十字形状である。このアライメントマークAM又は基準マークFMの像が指標板66上に結像すると図3(b)に示す像が得られる。アライメントマークAMの像は、X方向に伸びる像AMxとY方向に伸びる像AMyとからなり、X軸用撮像装置CAX及びY軸用撮像装置CAYが像AMx及び像AMyを検出する。同様に、基準マークFMの像は、X方向に伸びる像FMxとY方向に伸びる像FMyとからなり、X軸用撮像装置CAX及びY軸用撮像装置CAYが像FMx及び像FMyを検出する。

【0028】

X軸用撮像装置CAX及びY軸用撮像装置CAYの各画素から光電変換信号を読み取る際の走査方向はそれぞれX方向及びY方向にそれぞれ設定されており、X軸用撮像装置CAX及びY軸用撮像装置CAYの撮像信号を処理することにより、X軸用のアライメントマーク像AMyと指標マーク66aとのX方向の位置ずれ量、及びY軸用のアライメントマークAMxの像と指標マーク66bとのY方向の位置ずれ量を求めることができる。このアライメントマークAMを用いることで、一度の計測でX方向の位置情報及びY方向の位置情報を得ることができる。基準マークFMの位置情報も同様にして得ることができる。

【0029】

再び図2に戻り、座標計測回路60は、半導体ウエハW上のアライメントマークAMの像AMxと指標板66上の指標マーク66aとの位置関係及びそのときのレーザー干渉計

10

20

30

40

50

55の計測結果より、そのアライメントマークAMのステージ座標系(X, Y)上でのX座標を求め、このように計測されたX座標を主制御部90に供給する。同様にして、Y軸用のアライメントマークのステージ座標系(X, Y)上でのY座標も計測されて、主制御部90に供給される。

【0030】

主制御部90は、まず、半導体ウエハW上に設定された被加工領域としてのチップ領域の内から予め選択されたサンプル測定点のチップ領域(サンプルチップ)のアライメント系CAを用いた計測結果に基づいてEGA演算を行い、半導体ウエハW上におけるチップ領域の配列を算出する。ここで、主制御部90で行われるEGA演算を概説すると以下の通りである。

10

【0031】

主制御部90は計測値の各々とサンプルチップSA1~SA9の各々の設計値とに基づいてEGA演算を行う。ここで行われるEGA演算は、位置合わせ誤差を生じさせる要因である、半導体ウエハWの残存回転誤差、ステージ座標系(X, Y)の直交度誤差、半導体ウエハWの線形伸縮(スケールリング)  $x$ ,  $y$ 、及び半導体ウエハWのオフセット  $Ox$ ,  $Oy$  からなる6つの演算パラメータを考慮したものであり、これらを用いると以下の(1)式で表される。また、半導体ウエハW上のアライメントマークAMnの設計上のx座標及びy座標をそれぞれ  $Dxn$  及び  $Dyn$  とする。

【0032】

【数1】

20

$$\begin{pmatrix} Fx_n \\ Fy_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 + \Gamma x & -\Omega - \theta \\ \theta & 1 + \Gamma y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Dx_n \\ Dy_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Ox \\ Oy \end{pmatrix} \dots (1)$$

上記(1)式から実際に位置合わせすべき位置の計算上の配列座標値( $Fxn$ ,  $Fyn$ )を算出し、ステージ座標系(X, Y)において、その算出された座標値をもとに半導体ウエハW上の各チップ領域の位置を決定する。

30

【0033】

また、主制御部90は、ステージ座標系(X, Y)においてウエハホルダWH上の少なくとも2つの基準マークFMの座標をレーザー干渉計55により決定する。次に主制御部90は、ステージ座標系(X, Y)ではなく、基準マークFMを基準としたウエハホルダ座標系における半導体ウエハW上の各チップ領域の位置に変換する。半導体ウエハWを載置したウエハホルダWHはプラズマ接合装置70に搬送され、半導体ウエハWを接合するためである。

【0034】

主制御部90は、結合する2つの半導体ウエハW(第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2)をアライメント系CAで計測し、それぞれのウエハホルダWHのウエハホルダ座標系を基準として、それぞれの半導体ウエハWのチップ領域ESiの配列が互いに一番重なり合う状態を計算する。つまり、主制御部90は、結合する第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2のそれぞれのチップ領域ESnの座標値の誤差が最小になる調整成分を求める。調整成分は、第1半導体ウエハW1を載置した第1ウエハホルダWH1の一对の基準マークFM1と第2半導体ウエハW2を載置した第2ウエハホルダWH2の一对の基準マークFM2とのずれし量( $x$ ,  $y$ )として算出される。ずれし量( $x$ ,  $y$ )は主制御部90の内部メモリなどの記憶部に記憶される。

40

【0035】

尚、上記実施形態においては、半導体ウエハWに9個のサンプルチップSA1~SA9が設定される場合について説明した。しかしながらサンプルチップの数は任意でよい。

50

## 【 0 0 3 6 】

## &lt; プラズマ接合装置 7 0 &gt;

図 4 は、プラズマ接合装置 7 0 を示した概念図である。プラズマ接合装置 7 0 は、半導体ウエハ W の洗浄及び加圧接合を行うことができ、図 4 に示すように真空チャンバフレーム 7 1 内で行う。

## 【 0 0 3 7 】

プラズマ接合装置 7 0 はアライナー 5 0 で E G A 計測した第 1 半導体ウエハ W 1 及び第 2 半導体ウエハ W 2 を保持する。第 1 半導体ウエハ W 1 は第 1 ウエハホルダ W H 1 を介して - Z 方向に第 1 トッププレート T P 1 で支えられている。第 1 トッププレート T P 1 は第 1 ベースプレート B P 1 に支えられて、この第 1 ベースプレート B P 1 はプラズマ接合装置 7 0 のチャンバフレーム 7 1 に備え付けられている。

10

## 【 0 0 3 8 】

一方、第 2 半導体ウエハ W 2 は第 2 ウエハホルダ W H 2 を介して + Z 方向に第 2 トッププレート T P 2 で支えられている。この第 2 トッププレート T P 2 はピエゾアクチュエータを備えた可動ステージ P Z に支えられている。可動ステージ P Z は第 2 トッププレート T P 2 を X Y 方向にサブミクロン単位で移動させることができる。可動ステージ P Z の最大ストロークは 2 m m 程度であり、エアベアリングなどを必要としないので真空度  $1 0 \times 1 0 ^ 2$  P a 程度でも第 2 トッププレート T P 2 を移動させることができる。

## 【 0 0 3 9 】

さらに可動ステージ P Z は加圧エレベータ E V で支えられている。加圧エレベータ E V は、Z 方向（上下方向）に第 2 半導体ウエハ W 2 を移動させることができる。また加圧エレベータ E V は、第 1 半導体ウエハ W 1 と第 2 半導体ウエハ W 2 とを接触させた後、必要に応じてさらに半導体ウエハ W に均等に圧力がかかるように加圧することができる。加圧エレベータ E V は第 2 ベースプレート B P 2 に支えられて、この第 2 ベースプレート B P 2 はプラズマ接合装置 7 0 のチャンバフレーム 7 1 に備え付けられている。

20

## 【 0 0 4 0 】

プラズマ接合装置 7 0 のチャンバフレーム 7 1 は、その一部に排気配管 7 4 を有しており、その排気配管 7 4 には真空ポンプ 7 3 が接続される。チャンバフレーム 7 1 内は真空度を  $1 0 \times 1 0 ^ - 2$  P a 以下、好ましくは  $1 0 \times 1 0 ^ - 3$  P a 以下にすることが可能である。また、チャンバフレーム 7 1 はロードロックゲート 7 9 を有しており、ウエハホルダローダー W H L によって半導体ウエハ W を載置したウエハホルダ W H をプラズマ接合装置 7 0 内へ搬入したり、プラズマ接合装置 7 0 外へ搬出したりすることができる。なお、図示しないが予備排気用のロードロックチャンバを設けるようにしても良い。

30

## 【 0 0 4 1 】

チャンバフレーム 7 1 内には、対向する第 1 半導体ウエハ W 1 及び第 2 半導体ウエハ W 2 に形成される間隙に、エネルギー波もしくはエネルギー粒子を側方から照射する照射手段 7 7 が設けられている。半導体ウエハ W の表面は酸化していたり、有機物などの吸着によって安定化された表面層が形成されたりしているため、真空中でプラズマ、加速したイオンビーム、高速原子ビーム（F A B）又はラジカルビームやレーザーなどのエネルギー波を照射することによってこのような安定な表面層を除去し、不安定で活性な表面を露出させることで常温接合が可能となる。本実施態様では、照射手段 7 7 はイオンビームを照射する手段からなっている。イオンビームは、チャンバフレーム 7 1 内の真空度を  $1 0 \times 1 0 ^ - 2$  P a 以下、好ましくは  $1 0 \times 1 0 ^ - 3$  P a 以下、にした状態で照射される。なお、常温接合ではなく高温加熱して接合するような機構をさらに設けても良い。

40

## 【 0 0 4 2 】

照射手段 7 7 は、照射エネルギー波もしくはエネルギー粒子としてのイオンビームの照射方向への反射を防ぐように傾斜して配置されている。本実施態様では、イオンビームの照射によるエッチングにより生じた不純物の反射や飛翔をより確実に防止するため、不純物は排気配管 7 4 を介して真空ポンプ 7 3 で排気される。

## 【 0 0 4 3 】

50

洗浄された第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2は、プラズマ接合装置70に設けられた赤外線カメラIRSによってアライメント(位置決め)される。ただし、赤外線カメラIRSは、半導体ウエハWに形成されたアライメントマークAMを観察するのではなく、ウエハホルダWHに設けられた基準マークFMを観察する。

【0044】

アライメント工程においては、加圧エレベータEVにより第2半導体ウエハW2が可動ステージPZとともに上昇され、第1半導体ウエハW1との間に微小な隙間をもって近接される。この状態にて、第1ウエハホルダWH1と第2ウエハホルダWH2との相対位置が赤外線カメラIRSによって観察される。本実施態様では、上方に赤外線カメラIRSが配置されているが、下方に配置されていてもよい。

10

【0045】

ここで、図5を使ってウエハホルダWHに設けられた基準マークFMについて説明する。図5(a)はウエハホルダWHの上面図であり、(b)は(a)のA-A断面図である。

基準マークFMはマーク基材41に透過形状パターン又は金属パターンが形成されている。この基準マークFMは、ウエハホルダWHに2個以上取り付けられている。マーク基材41の外形状は特に定めるものではないが、加工の容易性から図5(a)のような円形が好ましい。また、図5(b)に示すように、基準マークFMを有するウエハホルダWHは半導体ウエハを吸着するための静電チャックの静電チャック電極45を有している。

20

【0046】

ウエハホルダWHの材質とマーク基材41の材質との関連は熱膨張率がほぼ等しいものが好ましく、例えばウエハホルダWHを炭化シリコン又は窒化アルミで製作され、マーク基材41にも同材料を用いることが好ましい。またマーク基材41はシリコン(Si)に銅又はチタンのマークパターンを形成したものであってもよい。マーク基材41の厚さは、強度と加工精度、加工容易性より、一例として200µmから700µm、特に300µmが好ましい。

【0047】

マーク基材41は、ウエハホルダWHに設けられた貫通孔43に取り付けられる。貫通孔43は赤外線カメラIRSの顕微鏡の視野を考慮に入れて設計され、例えば、内径10mmであり、マーク基材41の直径(又は正方形の一边)は16mm程度が好ましい。なお、基準マークFMの読み取りには、赤外線に限らず、たとえば、X線や可視光などの使用も可能である。

30

【0048】

<半導体ウエハWのEGA計測から接合までの動作>

図6は、第1半導体ウエハW1のアライメントマークAMのEGA計測から、第1半導体ウエハW1と第2半導体ウエハW2との接合までのフローチャートである。以下に説明するステップP11からステップP14までは、アライナー50において大気圧中で行われる工程であり、ステップP15からステップP19までは、プラズマ接合装置70において真空中で行われる工程である。

【0049】

ステップP11では、アライナー50は、第1半導体ウエハW1のサンプルチップSA1~SA9を計測し、EGAによってチップ領域ES1~ESnの全体の配列を計算し、第1ウエハホルダWH1の基準マークFM1も計測する。

ステップP12でも同様に、アライナー50は、第2半導体ウエハW2のサンプルチップSA1~SA9を計測し、EGAによってチップ領域ES1~ESnの全体の配列を計算し、第2ウエハホルダWH2の基準マークFM2も計測する。

40

【0050】

ステップP13において、主制御部90は、第1半導体ウエハW1のチップ領域ES全体の配列と第2半導体ウエハW2のチップ領域ES全体の配列との重なり誤差が最小になるように、基準マークFM1と基準マークFM2とのずらし量(x、y)を計算する

50

。これにより、半導体ウエハW上のアライメントマークAMとは関係なく、基準マークFM1と基準マークFM2とをずらし量(  $x$ 、  $y$  )だけずらして重ね合わせれば、第1半導体ウエハW1のチップ領域ESと第2半導体ウエハW2のチップ領域ESとが最小誤差で接合するようになる。

【0051】

ステップP14において、ウエハホルダローダーWHLにより、アライナー50からプラズマ接合装置70へ、第1ウエハホルダWH1及び第2ウエハホルダWH2が搬送される。このことにより、第1ウエハホルダWH1及び第2ウエハホルダWH2は大気圧中から真空中に配置されることになる。

【0052】

ステップP15において、プラズマ接合装置70は、第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2に照射手段77によりイオンビームを照射する。これにより第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2の表面が洗浄され、それぞれの金属バンプが表面活性状態となり常温で互いに接合する状態となる。なお、必要に応じて第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2の加熱を行ってもよい。

【0053】

ステップP16では、プラズマ接合装置70の加圧エレベータEVは、第2半導体ウエハW2を第1半導体ウエハW1に近接させる。

ステップP17において、第1半導体ウエハW1と第2半導体ウエハW2とが近接された状態において、赤外線カメラIRSは、第1ウエハホルダWH1の基準マークFM1と第2ウエハホルダWH2の基準マークFM2とを同時に観察する。赤外線カメラIRSで少なくとも2つの基準マークFM1と少なくとも2つの基準マークFM2との重なり具合が観察され、それぞれのXY方向の誤差及び回転誤差が観察され、その誤差の信号が主制御部90に送られる。

【0054】

ステップP18において、主制御部90は、赤外線カメラIRSの観察結果から、基準マークFM1と基準マークFM2とがずらし量(  $x$ 、  $y$  )の関係になるように、可動ステージPZを駆動する。つまり、すでにアライナー50によって、結合する第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2のそれぞれのチップ領域ESnの座標値の誤差が最小になる調整成分を求められている。調整成分は、第1半導体ウエハW1を載置した第1ウエハホルダWH1の一对の基準マークFM1と第2半導体ウエハW2を載置した第2ウエハホルダWH2の一对の基準マークFM2とのずらし量(  $x$ 、  $y$  )で求められている。このため、主制御部90は、赤外線カメラIRSの観察結果から、基準マークFM1と基準マークFM2とがずらし量(  $x$ 、  $y$  )の関係になるように、可動ステージPZを駆動する。この駆動によって、第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2のそれぞれのチップ領域ESnの座標値の誤差が最小になっている。

【0055】

ステップP19において、加圧エレベータEVは第2半導体ウエハW2を上昇させ、第1半導体ウエハW1と接触させる。接合に際して加圧動作が加えられ、接合面に平滑でない部分があったとしても、適当な圧力が加えられることにより、接合面同士が所定の面積全面にわたって確実に密着されることになり、第1半導体ウエハW1及び第2半導体ウエハW2が所望の良好な接合状態になる。また、加熱を行う場合は、トッププレートTPなどにヒータを埋め込むことにより加熱を併用することもできる。

【0056】

3枚以上の半導体ウエハWを順次積層していく場合には、先に接合した半導体ウエハWの積層体に、次の半導体ウエハWを順次積層接合しておけばよい。

【0057】

図4ないし図6で説明したプラズマ接合装置70は、イオンビームを照射する照射手段77、赤外線カメラIRSによるアライメント及び加圧エレベータEVによる重ね合わせを行い、必要であれば加熱加圧を行った。しかし、イオンビームを照射する装置、アライ

10

20

30

40

50

メント及び重ね合わせを行う装置、並びに加熱加圧装置をそれぞれ別個に配置するようにしてもよい。そして時間がかかる装置、例えば加熱加圧装置を複数配置してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】ウエハ張り合わせ装置100の全体斜視図である。

【図2】アライナー50を示した概念図である。

【図3】(a)は、半導体ウエハWに複数形成されるアライメントマークAMの一例を説明するための図である。(b)は、アライメントマークAMの像が指標板66上に結像した状態の図である。

【図4】プラズマ接合装置70を示した概念図である。

【図5】(a)はウエハホルダWHの上面図である。(b)は(a)のA-A断面図である。

【図6】半導体ウエハWのアライメントマークAMのEGA計測から半導体ウエハWの接合までのフローチャートである。

【符号の説明】

【0059】

BP ... ベースプレート (BP1 ... 第1ベースプレート、BP2 ... 第2ベースプレート)

CA ... 撮像装置 (CAX ... X軸用撮像装置、CAY ... Y軸用撮像装置)

EV ... 加圧エレベータ

IRS ... 赤外線カメラ

RA ... レール

SA ... サンプルチップ

TP ... トッププレート (TP1 ... 第1トッププレート、TP2 ... 第2トッププレート)

W ... 半導体ウエハ (W1 ... 第1半導体ウエハ、W2 ... 第2半導体ウエハ)

WH ... ウエハホルダ (WH1 ... 第1ウエハホルダ、WH2 ... 第2ウエハホルダ)

WL ... ウエハローダー

WHL ... ウエハホルダローダー

10 ... ウエハストッカー

20 ... ウエハプリアライメント装置

30 ... ウエハホルダストッカー

40 ... ウエハホルダプリアライメント装置

50 ... アライナー

51 ... ステージ

52 ... ウエハテーブル

53 ... 移動ミラー

54 ... リニアモータ

61 ... 対物レンズ

64 ... ビームスプリッター

66 ... 指標板 (66a、66b ... 指標マーク)

70 ... プラズマ接合装置

71 ... チャンバーフレーム

77 ... 照射手段

80 ... 分離ユニット

85 ... ウエハ用ストッカー

90 ... 主制御部

100 ... ウエハ張り合わせ装置

10

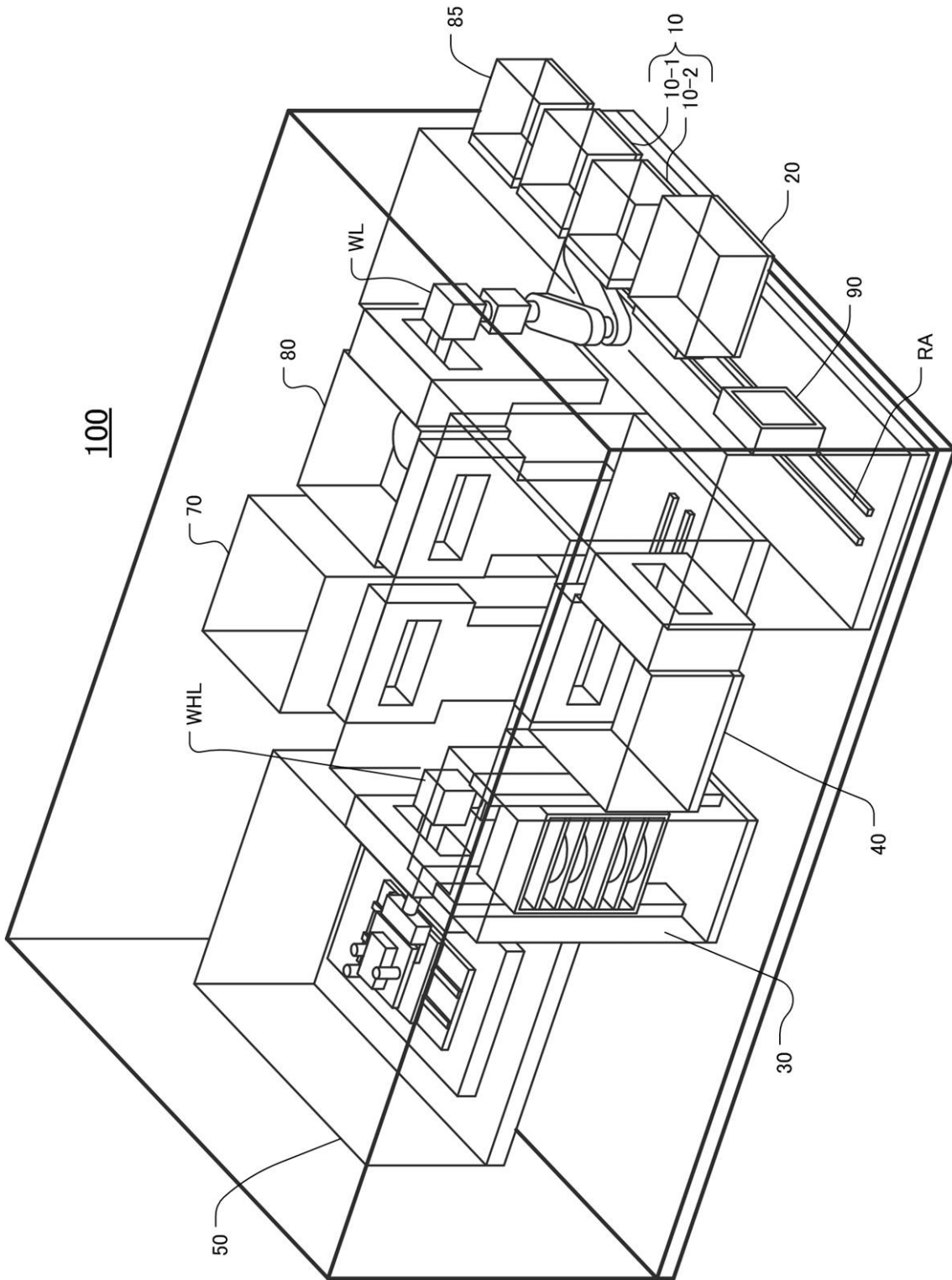
20

30

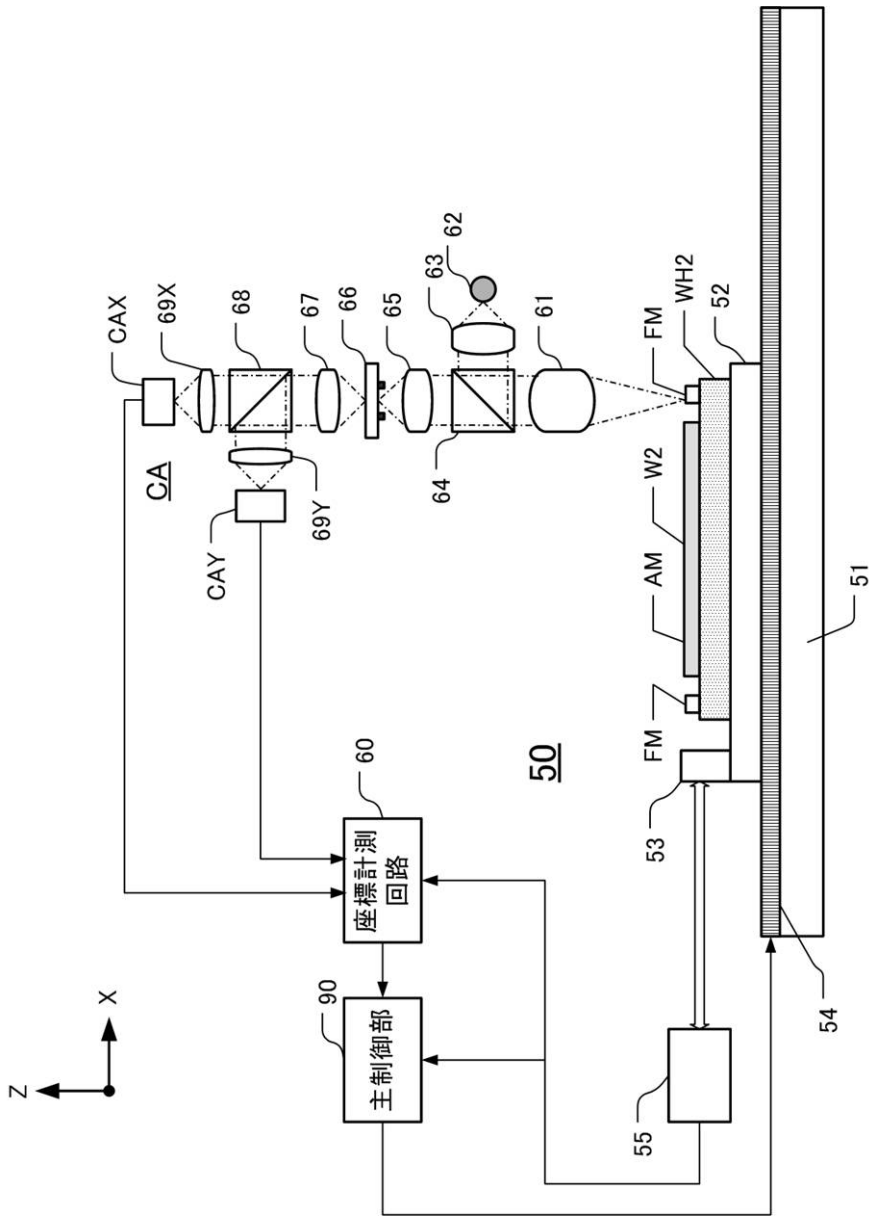
40

50

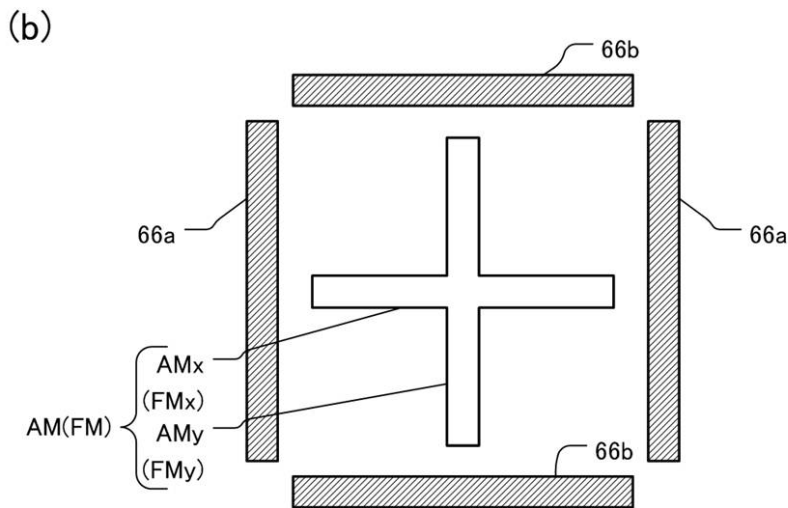
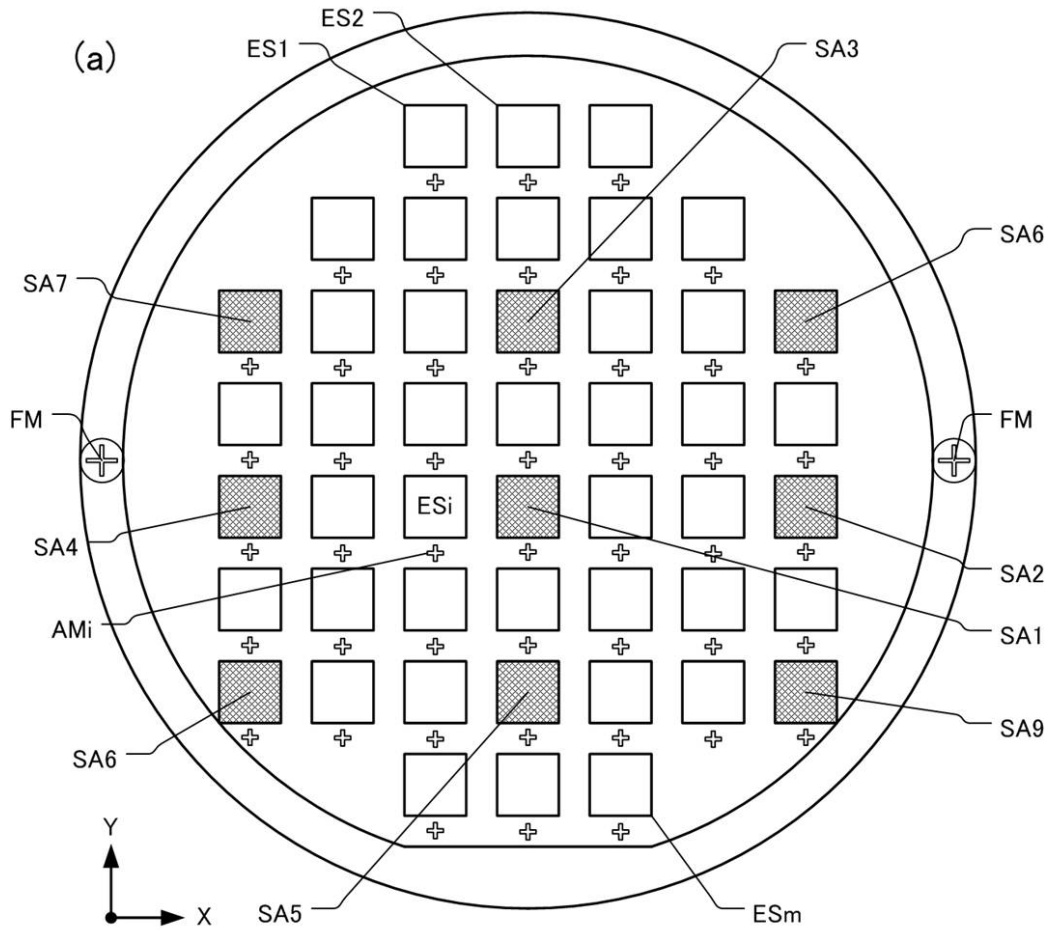
【図1】



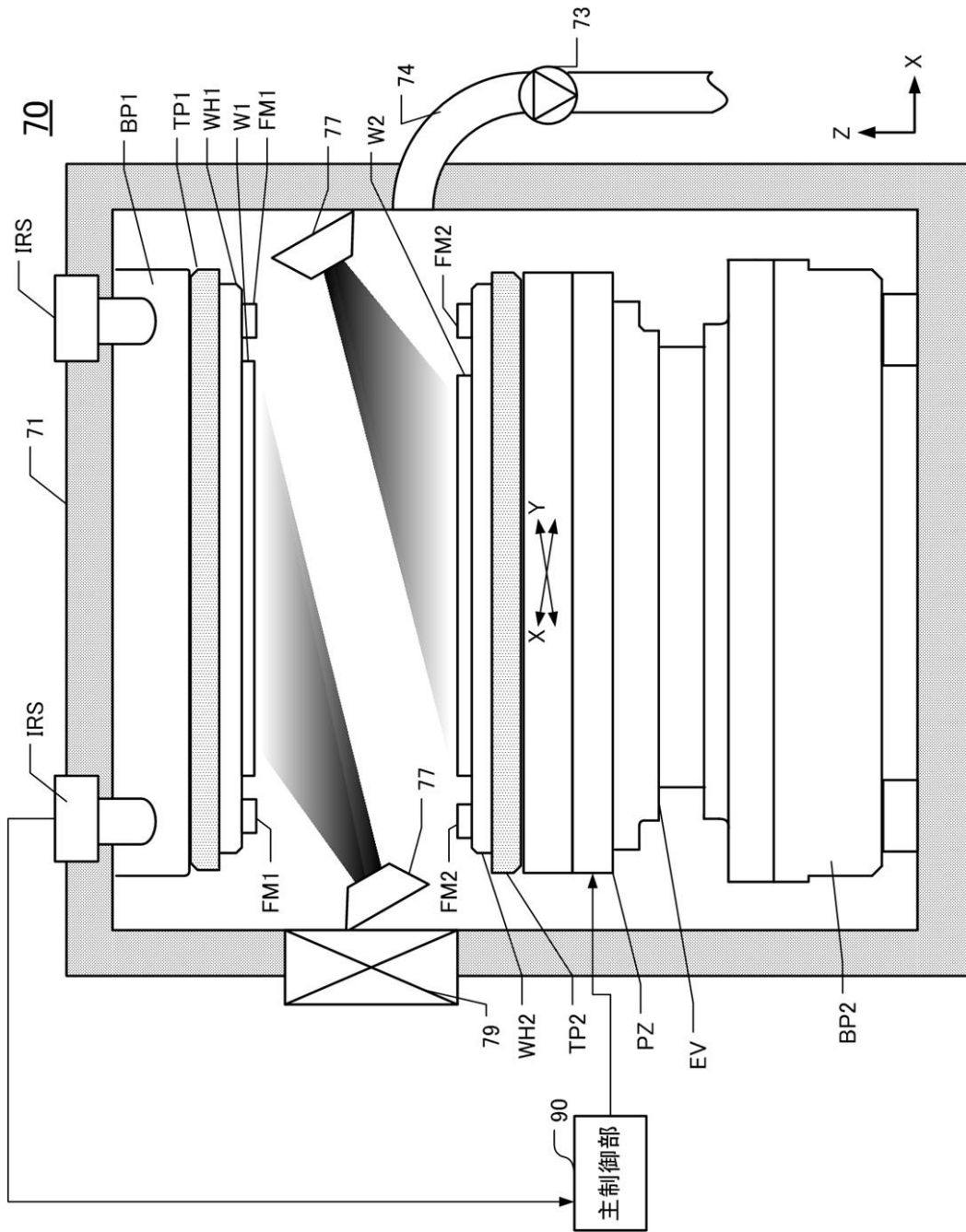
【 図 2 】



【図3】

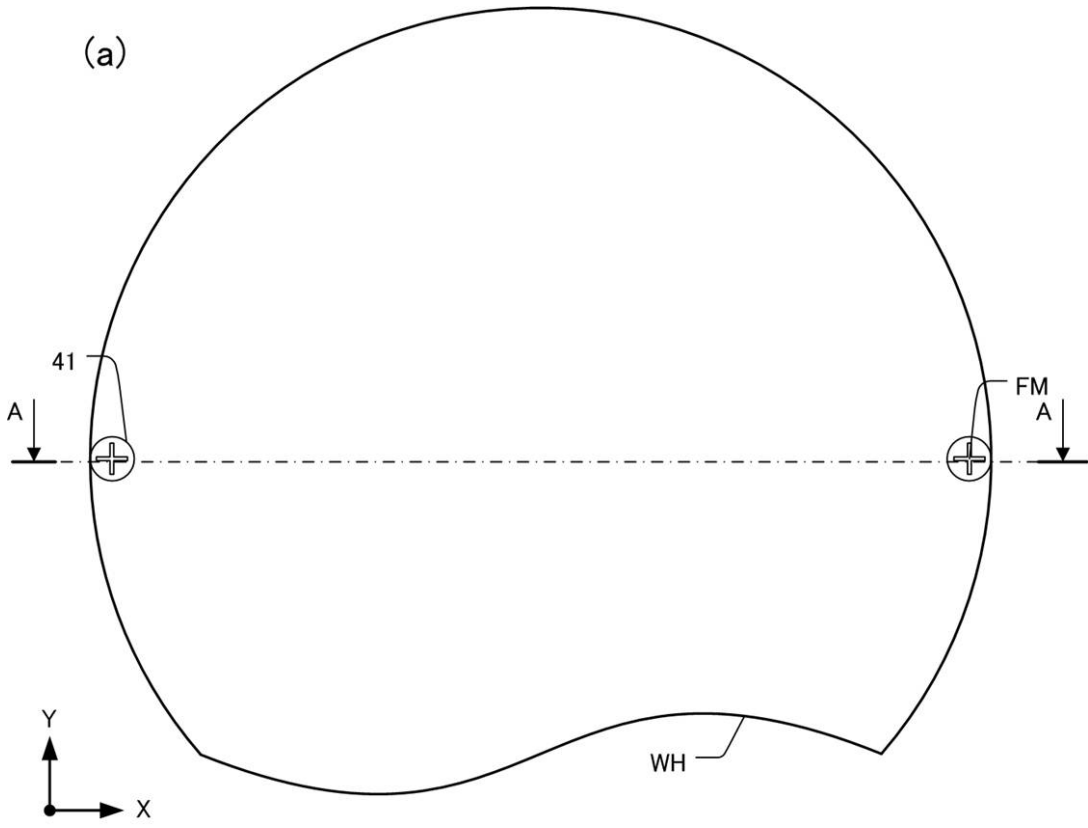


【図4】

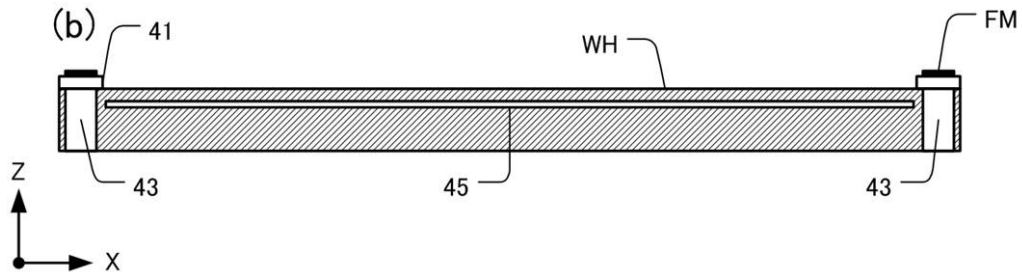


【 図 5 】

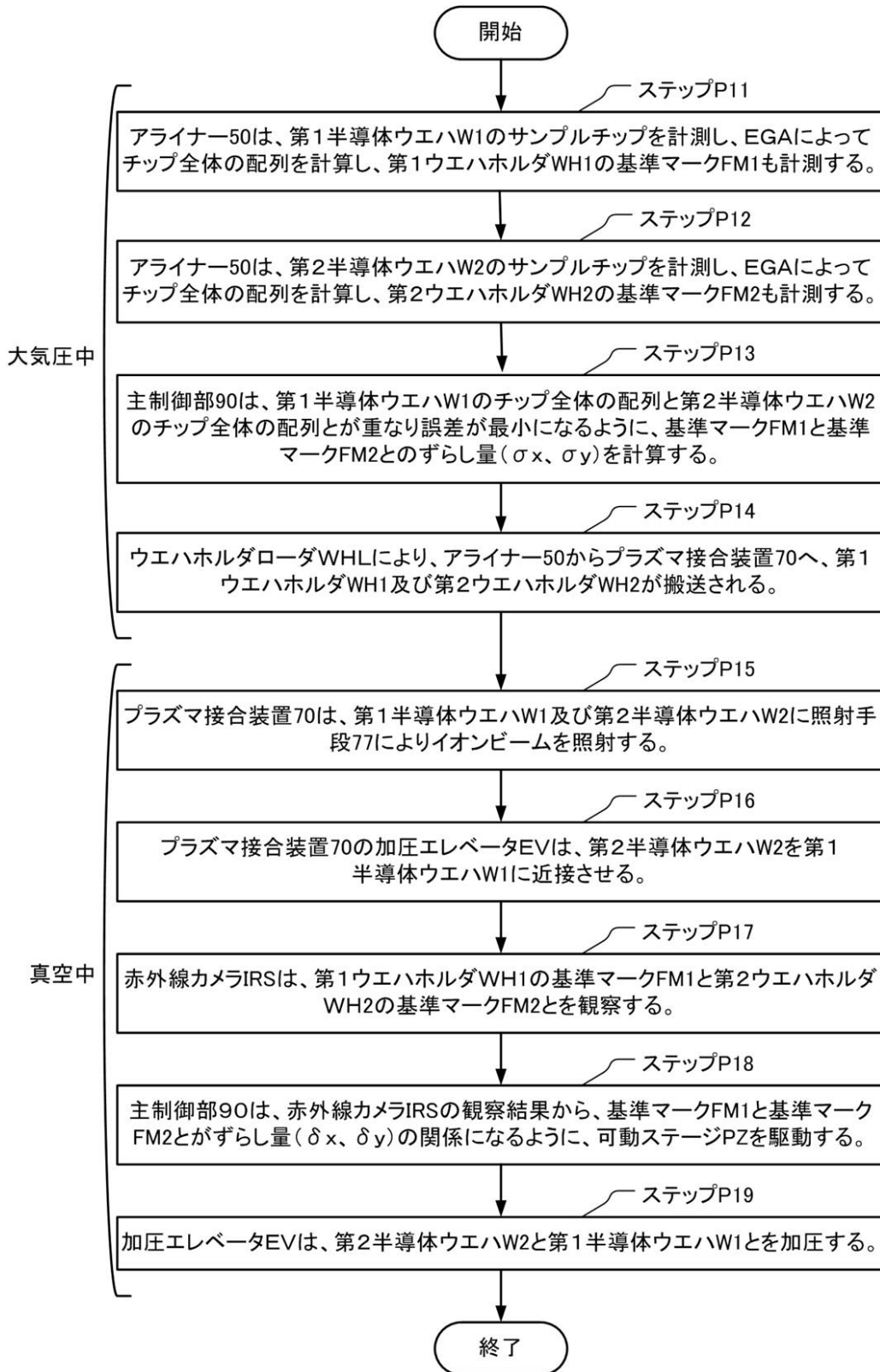
(a)



(b)



【図6】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L 25/00 - 25/18 , 21/02