

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-520038

(P2022-520038A)

(43)公表日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/68 (2006.01)	H 0 1 L 21/68 F	5 F 1 3 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-544734(P2021-544734)	(71)出願人	592010081 ラム リサーチ コーポレーション L A M R E S E A R C H C O R P O R A T I O N
(86)(22)出願日	令和2年2月6日(2020.2.6)	(74)代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(85)翻訳文提出日	令和3年10月1日(2021.10.1)	(72)発明者	マーティン・マイケル・ジョン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 8 4 5 8 7 ユニオン・シティー, ユニオン ・スクエア, 3 4, # 5 8 2
(86)国際出願番号	PCT/US2020/017080	(72)発明者	ワン・ユンホウ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
(87)国際公開番号	WO2020/163644		
(87)国際公開日	令和2年8月13日(2020.8.13)		
(31)優先権主張番号	62/802,932		
(32)優先日	平成31年2月8日(2019.2.8)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板位置の検出および調整

(57)【要約】

【解決手段】データム構造に対してウエハを位置決めするためのシステムおよび方法が提供される。一例では、システムは、少なくとも2つのカメラを含むカメラ構成を備え、少なくとも2つのカメラの各々は、カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、ウエハの周辺エッジおよびデータム構造の周辺エッジを含む。プロセッサは、少なくとも2つのカメラの各々から位置データを受信し、各視野に関連して、それぞれの視野に含まれるウエハおよびデータム位置のそれぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定する。コントローラは、決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、データム構造に対するウエハの位置を調整する。

【選択図】 図2

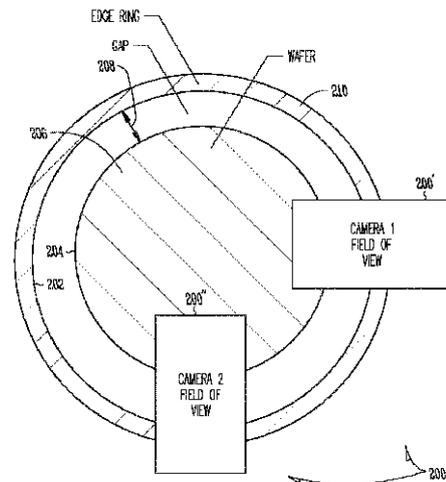


Fig. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

データム構造に対してウエハを位置決めするためのシステムであって、
少なくとも 2 つのカメラを含むカメラ構成であって、前記少なくとも 2 つのカメラの各々は、前記カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、前記ウエハの周辺エッジおよび前記データム構造の周辺エッジを含むカメラ構成と、
前記少なくとも 2 つのカメラの各々から位置データを受信し、各視野に関連して、前記それぞれの視野に含まれる前記ウエハおよびデータム位置の前記それぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定するプロセッサと、
前記決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、前記データム構造に対する前記ウエハの位置を調整するコントローラと
を備える、システム。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記データム位置は、エッジリングを含む、システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記データム位置は、チャックを含む、システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記カメラ構成は、ウエハ処理チャンバの壁に設けられる、システム。 20

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記カメラ構成は、第 3 のカメラを含み、前記第 3 のカメラは、それぞれの第 3 の視野に関連する位置データを前記プロセッサに提供する、システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記決定されたそれぞれのギャップサイズは、それぞれの所定のギャップサイズと比較され、前記それぞれの所定のギャップサイズは、前記データム構造に対する前記ウエハの中心位置または所望の位置に関連付けられている、システム。 30

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記コントローラは、真空移送モジュール (V T M) のロボットアームを含む、システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記プロセッサは、前記決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、前記ウエハの中心を識別する、システム。

【請求項 9】

データム構造に対してウエハを位置決めするための方法であって、
ウエハ処理チャンバに隣接して、少なくとも 2 つのカメラを含むカメラ構成を載置することであって、前記少なくとも 2 つのカメラの各々は、前記カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、前記ウエハの周辺エッジおよび前記データム構造の周辺エッジを含むことと、
前記少なくとも 2 つのカメラの各々から位置データを受信し、各視野に関連して、前記それぞれの視野に含まれる前記ウエハおよびデータム位置の前記それぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定することと、
前記決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、前記データム構造に対する前記ウエハの位置を調整することと
を含む、方法。 40
50

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記データム位置は、エッジリングを含む、方法。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記データム位置は、チャックを含む、方法。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記ウエハ処理チャンバの壁に前記カメラ構成を設けることをさらに含む、方法。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記カメラ構成に第 3 のカメラを含み、それぞれの第 3 の視野に関連して、前記第 3 のカメラから前記プロセッサに位置データを提供することをさらに含む、方法。

【請求項 14】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記決定されたそれぞれのギャップサイズをそれぞれの所定のギャップサイズと比較することをさらに含み、前記それぞれの所定のギャップサイズは、前記データム構造または前記ウエハ処理チャンバに対する前記ウエハの中心位置または所望の位置に関連付けられている、方法。

【請求項 15】

請求項 9 に記載の方法であって、
前記コントローラに、真空移送モジュール (VTM) のロボットアームを含めることをさらに含む、方法。

【請求項 16】

データム構造に対してウエハを位置決めするためのシステムであって、
1 つまたは複数のカメラを含むカメラ構成であって、前記 1 つまたは複数のカメラの各々は、前記カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、前記ウエハの周辺エッジおよび前記データム構造の周辺エッジを含むカメラ構成と、
前記 1 つのまたは各カメラから位置データを受信し、各視野に関連して、前記それぞれの視野に含まれる前記ウエハおよびデータム位置の前記それぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定するプロセッサと、
前記決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、前記データム構造に対する前記ウエハの位置を調整するコントローラと
を備える、システム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載のシステムであって、
前記 1 つまたは複数のカメラは、単一の可動カメラを含む、システム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のシステムであって、
前記単一の可動カメラは、ロボットアームに取り付けられる、システム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のシステムであって、
前記ロボットアームは、真空移送モジュール (VTM) に取り付けられる、システム。

【請求項 20】

請求項 16 に記載のシステムであって、
前記カメラ構成は、ウエハ処理チャンバの壁に設けられる、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

10

20

30

40

50

本出願は、2019年2月8日に出願された、Martinらによる「Wafer Location Detection and Adjustment」と題する米国仮特許出願第62/802,932号の優先権の利益を主張し、上記の出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、一般に、半導体製造におけるプロセスツール上のカメラ画像を使用した基板（例えば、ウエハ）位置の検出および調整に関する。いくつかの例では、エッジリングまたはチャックなどのデータム構造に対して基板を位置決めするためのシステムおよび方法が提供される。

【背景技術】

【0003】

ここで提供される背景の説明は、本開示の内容を概ね提示することを目的とする。この背景技術のセクションで説明される範囲内における、現時点で名前を挙げられている発明者らによる研究、ならびに出願の時点で先行技術として別途みなされ得ない説明の態様は、明示または暗示を問わず、本開示に対抗する先行技術として認められない。

【0004】

ウエハをエッジリングまたは静電チャック（ESC）にセンタリングする1つの方法は、「ベスト推測」のウエハ中心位置に載置されたウエハでブランケットエッチング速度および裏面粒子データを得ることに依存している。ブランケットエッチング速度は、この位置でのウエハで得られ、その後エッチング後計測がブランケットウエハ上で実施され、中心からのそれらの偏差を決定する。裏面粒子試験では、ESC上のプレコートの裏面粒子インプリントを使用して、ESCに対するウエハオフセットを決定する。この情報を使用して、真空移送モジュール（VTM）ロボットの較正を調整し、ウエハのセンタリングを実現することができる。このプロセスは、少なくともブランケットウエハにはコストがかかるという理由で高価であり、かつ煩雑である。

【発明の概要】

【0005】

いくつかの例では、データム構造に対してウエハを位置決めするためのシステムが提供される。例示的なシステムは、少なくとも2つのカメラを含むカメラ構成であって、少なくとも2つのカメラの各々は、カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、ウエハの周辺エッジおよびデータム構造の周辺エッジを含むカメラ構成と、少なくとも2つのカメラの各々から位置データを受信し、各視野に関連して、それぞれの視野に含まれるウエハおよびデータム位置のそれぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定するプロセッサと、決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、データム構造に対するウエハの位置を調整するコントローラとを備える。

【0006】

いくつかの例では、データム位置は、エッジリングを含む。いくつかの例では、データム位置は、チャックを含む。

【0007】

いくつかの例では、カメラ構成は、ウエハ処理チャンバの壁に設けられる。

【0008】

いくつかの例では、カメラ構成は、第3のカメラを含み、第3のカメラは、それぞれの第3の視野に関連する位置データをプロセッサに提供する。

【0009】

いくつかの例では、決定されたそれぞれのギャップサイズは、それぞれの所定のギャップサイズと比較され、それぞれの所定のギャップサイズは、データム構造に対するウエハの中心位置または所望の位置に関連付けられている。

【0010】

いくつかの例では、コントローラは、真空移送モジュール（VTM）のロボットアームを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

いくつかの例では、プロセッサは、決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、ウエハの中心を識別する。

【 0 0 1 2 】

いくつかの例では、データム構造に対してウエハを位置決めするためのシステムは、1つまたは複数のカメラを含むカメラ構成であって、1つまたは複数のカメラの各々は、カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、ウエハの周辺エッジおよびデータム構造の周辺エッジを含むカメラ構成と、1つのまたは各カメラから位置データを受信し、各視野に関連して、それぞれの視野に含まれるウエハおよびデータム位置のそれぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定するプロセッサと、決定されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、データム構造に対するウエハの位置を調整するコントローラとを備える。

10

【 0 0 1 3 】

いくつかの例では、1つまたは複数のカメラは、単一の可動カメラを含む。

【 0 0 1 4 】

いくつかの例では、単一の可動カメラは、ロボットアームに取り付けられる。

【 0 0 1 5 】

いくつかの例では、ロボットアームは、真空移送モジュール (V T M) に取り付けられる。

【 0 0 1 6 】

いくつかの例では、カメラ構成は、ウエハ処理チャンバの壁に設けられる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

添付図面の図にいくつかの実施形態が図示されているが、これらは例示であって、限定として示されるものではない。

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図 1 は、いくつかの例による、本開示の方法のいくつかの例が用いられ得る反応チャンバの概略図である。

【 0 0 1 9 】

【 図 2 】 図 2 は、いくつかの例による、カメラ構成を図示する図である。

30

【 図 3 】 図 3 は、いくつかの例による、カメラ構成を図示する図である。

【 0 0 2 0 】

【 図 4 】 図 4 は、いくつかの例による、カメラ画像を図示する図である。

【 図 5 】 図 5 は、いくつかの例による、カメラ画像を図示する図である。

【 図 6 】 図 6 は、いくつかの例による、カメラ画像を図示する図である。

【 図 7 】 図 7 は、いくつかの例による、カメラ画像を図示する図である。

【 図 8 】 図 8 は、いくつかの例による、カメラ画像を図示する図である。

【 0 0 2 1 】

【 図 9 】 図 9 は、例示的な実施形態による、カメラ構成を図示する図である。

【 0 0 2 2 】

【 図 1 0 】 図 1 0 は、一例による、散布図である。

40

【 0 0 2 3 】

【 図 1 1 】 図 1 1 は、一例による、ウエハをセンタリングする方法における操作を図示する図である。

【 0 0 2 4 】

【 図 1 2 】 図 1 2 は、一例による、単一のカメラ構成を図示する図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

以下の説明は、本発明の例示的な実施形態を具現化するシステム、方法、および技術を含む。以下の説明では、説明の目的で、例示的な実施形態の完全な理解を提供するために多

50

数の具体的な詳細が記載されている。しかし、本発明の主題をこれらの具体的な詳細なしで実践してもよいことが、当業者に明らかになるであろう。

【0026】

この特許文書の開示の一部は、著作権保護の対象となる資料を含む。著作権者は、特許書類または特許の開示が特許商標庁の特許包袋または記録に現れる限り、その特許書類または特許の開示がいかなる者によって複製されることに対して異議を唱えないが、それ以外の場合には一切の著作権を留保する。以下の表示は、後述または図示され本文書の一部を構成するソフトウェアおよびデータに適用される：Lam Research Corporation, 2018-2020, All Rights Reserved。本明細書で例として使用される「ウエハ」という用語は、より一般的に「基板」をその範囲内に含むことを意図している。基板は、本明細書に記載のシステムおよび方法で処理することもできるフォトリソグラフィ、フラットパネルディスプレイなどを含むことができる。

10

【0027】

膜堆積および制御試験のための適切なチャンバの修正を伴って本開示のいくつかの例が用いられ得る例示的なチャンバが、添付の図面の図1に示されている。典型的なプラズマエッチング（または堆積）装置は、1つまたは複数の反応性ガスが流れるチャンバが存在するリアクタを備える。チャンバ内では、ガスは、典型的には高周波エネルギーによってイオン化されてプラズマになる。プラズマガスの反応性の高いイオンは、集積回路（IC）に処理される半導体ウエハの表面上のポリマーマスクなどの材料と反応することができる。エッチングの前に、ウエハはチャンバ内に載置され、ウエハの上面をプラズマガスに曝露するチャックまたはホルダによって適切な位置に保持される。当技術分野で知られているチャックには、いくつかのタイプがある。チャックは等温面を提供し、ウエハのヒートシンクとして機能する。1つのタイプでは、半導体ウエハは、機械的クランプ手段によるエッチングのために所定の位置に保持される。別のタイプのチャックでは、半導体ウエハは、チャックとウエハとの間の電場によって生成される静電力によって所定の位置に保持される。本発明の方法は、両方のタイプのチャックに適用可能である。

20

【0028】

図1は、容量結合プラズマ処理チャンバ100を示し、基板をエッチングするために典型的に用いられるタイプの例示的なプラズマ処理チャンバを表している。ここで図1を参照すると、チャック102が、ウエハ104などの基板がエッチング中に位置決めされるワークピースホルダを表している。チャック102は、任意の適切なチャッキング技術（例えば、静電、機械、クランプ、真空など）によって実施することができる。エッチング中、チャック102は、典型的には、デュアル周波数源106によって、例えば2MHzおよび27MHzのデュアルRF周波数（低周波および高周波）が同時に供給される。

30

【0029】

真空移送モジュール（VTM）（図示せず）を使用して、ウエハ104をチャック102上に載置およびセンタリング（または位置決め）することができる。正確なウエハの位置決めまたはセンタリングは、典型的には、処理チャンバ100内でウエハ104に対して特定の処理操作を首尾よく実施しようとする際の重要な側面である。これらの操作は、例えば、堆積、エッチング、およびエッジベベル除去（EBR）を含む場合がある。他の操作もまた、可能である。いくつかの例では、VTMは、ウエハ104がチャック102上に載置されるときにウエハ104を操作するための1つまたは複数のロボット制御またはアームを含む。本開示の例では、VTMロボットアームは、ウエハの載置およびセンタリング中、カメラのレイアウトおよび以下でさらに説明するVTM制御モジュールによって生成されるフィードバックまたは他のデータによって誘導される。処理チャンバ100の1つまたは複数の構成要素は、ウエハ104の位置または中心を決定する際のデータ点として使用することができる。いくつかの例では、処理チャンバ構成要素に対するウエハ104の周辺エッジにおける1つまたは複数の場所の近接度が、ウエハ中心を決定する際に使用される。いくつかの例では、ウエハ104の2つまたは3つの周辺エッジの場所を使用することができる。いくつかの例では、データ構成要素が、エッジリング118を含む

40

50

。

【0030】

再び図1を参照すると、上部電極108が、ウエハ104の上に位置する。上部電極108は、接地されている。図1は、上部電極108の表面がチャック102の表面およびウエハ104よりも大きいエッチングリアクタを示している。エッチング中、プラズマ110が、ガスライン112を介して供給されたエッチャントガスから形成され、排気ライン114を通して排出される。電気絶縁リング109が、処理チャンバ100から上部電極108を絶縁する。

【0031】

閉じ込めリング116が、上部電極108と図1のチャック102などの下部電極との間に載置されてもよい。一般に、閉じ込めリング116は、エッチングプラズマ110をウエハ104の上の領域に閉じ込めてプロセス制御を改善し、再現性を確保するのに役立つ。

。

【0032】

RF電力がデュアル周波数源106からチャック102に供給されるとき、等電位場線がウエハ104上に設定される。等電位場線は、ウエハ104とプラズマ110との間にあるプラズマシースにわたる電場線である。いくつかの例では、等電位面と電場線は、互いに垂直である。等電位面は、ウエハ104とプラズマ110との間に存在する。電場線は、これらの等電位面全体で荷電粒子を加速する。プラズマ処理中、陽イオンは等電位場線を横切って加速してウエハ104の表面に衝突し、それによってエッチング指向性の改善などの所望のエッチング効果を提供する。上部電極108およびチャック102の幾何学的形状により、電場線は、ウエハ表面にわたって均一ではなく、ウエハ104のエッジにおいて著しく異なってもよい。したがって、エッジ(またはフォーカス)リング118は、典型的には、ウエハ表面全体にわたるプロセス均一性を改善するために提供される。図1を参照すると、ウエハ104は、セラミック、石英、プラスチックなどの適切な誘電体材料で形成され得るエッジリング118内に配置されて示されている。したがって、エッジリング118の存在は、等電位場線がウエハ104の表面全体にわたって実質的に均一に配置されることを可能にする。

【0033】

導電性シールド120が、エッジリング118を実質的に取り囲んでいる。導電性シールド120は、処理チャンバ100内で実質的に接地されるように構成される。導電性シールド120は、エッジリング118の外側に不要な等電位場線が存在するのを防ぐ。

【0034】

上で説明したように、ウエハセンタリング操作でのブランケットウエハの使用に関連する重大な課題が存在し得る。本開示の例は、ブランケットウエハ画像を必要とせず、代わりに、ウエハ104の上に取り付けられたカメラによってキャプチャされた画像を使用して、ウエハセンタリング操作を測定および誘導する。ウエハセンタリング操作は、エッジリング118、または静電チャック(ESC)などのチャック102のようなプロセスモジュール内のデータム構造または構成要素に対して実行することができる。いくつかの例では、位置データは、ウエハ104がチャック102上に適切にセンタリングされるまでその較正を調整するために、フィードバックとしてウエハ移送モジュール(例えば、VTM)に送信される。

【0035】

本開示の一例は、ウエハセンタリング操作中にウエハ104の*in-situ*測定を実施し、即時のフィードバックを制御モジュールのコントローラユーザインターフェース(UI)に提供する。ウエハ104が処理チャンバ100内のチャック102上に載置された状態で、1つまたは複数の測定カメラのアレイは、ウエハ104の外周エッジ、およびエッジリング118の少なくとも1つの内側エッジに1つまたは複数の場所または部分を含み得る画像を撮影する。画像処理ソフトウェアは、エッジリング118のウエハ周辺部および内側エッジを特定し、それらの間の分離距離、またはギャップを計算する。いくつか

10

20

30

40

50

の例では、この測定は、ウエハ 104 の周辺のいくつかの点で実施される。次に、測定結果を使用して、ウエハ 104 を処理チャンバ 100 内のチャック 102 上に載置するための V T M ロボット制御を調整する。上記の手順を繰り返すことによって、ウエハセンタリング操作の進捗状況を素早く確認することができる。

【0036】

図 2 を参照すると、処理チャンバ 100 に関連する 1 つまたは複数のカメラ（例えば、カメラ 1 およびカメラ 2）の構成 200 は、画像をキャプチャし、画像測定を行うことができる。いくつかの例では、カメラ 1 および 2 の各々は、エッジリング 210 の内側エッジ 202 およびウエハ 206 の周辺エッジ 204 を検出することができるそれぞれの視野 200' および 200'' を有する。エッジリング 210 の内側エッジ 202 と周辺エッジ 2104 との間の分離距離またはギャップ 208 は、カメラ 1 および 2 によって検出および測定することができる。ギャップ 208 の測定を実施するための便利な例示的な構成は、処理チャンバ 100 の壁内に真空シールウィンドウを設け、ウィンドウ内にカメラ 1 および 2 を位置させることを含む。いくつかの例では、画像キャプチャおよびギャップ測定は、処理チャンバ 100 の始動および保守段階中に実施される。他の例では、カメラ 1 および 2 は、真空移送モジュール（V T M）のロボットアームに取り付けられ、処理チャンバ 100 のオペレータの制御下で行われるセンタリングおよびギャップ測定を容易にする。いくつかの例では、点灯がギャップ画像測定中に制御される。

【0037】

図 2 の構成 200 は 2 つのカメラを含むが、他の構成も可能である。例えば、単一の可動 20 カメラを 2 つの異なる位置に配置し、それぞれの視野 200' および 200'' を得ることができる。図 12 に示すさらに別の例示的な構成 1200 では、単一の可動カメラを位置 1202、1204、および 1206 の間で移動させ、それらのカメラ位置で 1 つまたは複数のそれぞれの視野 1200'、1200''、および 1200''' を得るかまたは生成することができる。本明細書に記載の様々な例のいくつかまたはすべてのカメラは、固定式または可動式であり得る。いくつかの例は、複合視野、例えば複数のサブビューを含むかまたは包含する単一のカメラによって撮影された単一の視野を含むかまたは生成することができる。例示的なサブビューは、図 12 の位置 1202、1204、および 1206 にあるものを含み得る。視野とカメラ構成の他の組み合わせもまた、可能である。

【0038】

代替のカメラ構成 300 が、図 3 に示されている。図示の構成は、図 1 の処理チャンバ 100 などの処理チャンバ内に配置されたエッジリング 310 およびウエハ 312 を見下ろして画像を撮影するように位置決めされた 3 つのカメラ 1、2、および 3（図では 302、304、および 306 とラベル付けされている）を含む。各カメラ 1、2、および 3 は、それぞれの視野 300'、300''、および 300''' を有する。V T M 308（縮尺通りに示されていない）は、監視される処理チャンバ 100 に隣接して位置し得る。いくつかの例では、単一の V T M 308 は、複数の隣接する処理チャンバ 100 にサービスを行うのに十分な大きさの面積にまたがる長方形のフットプリントを有する。いくつかの例では、単一の V T M 308 は、その各側に沿って位置決めされた 5 つの処理チャンバ 100 を有する。V T M 308（図 3）は、それぞれの視野 302、304、および 306 の間で 1 つまたは複数のカメラを操作するためのロボットアーム 310（縮尺通りに示されていない）を含み得る。単一のカメラまたは複数のカメラを V T M アーム 310 に取り付けることができるので、視野またはギャップの測定は、オペレータの裁量で、または自動化されたプロセッサによって確立するかまたは行うことができる。いくつかの例では、視野の照明は、例えばギャップ測定を行う間、または視野を監視するときに制御される。図 3 の構成は 3 つのカメラ 1 ~ 3 を含むが、単一の移動カメラまたは複数の静止カメラを使用してそのような測定を行うことができる。

【0039】

図 4 は、本明細書に記載の様々な実施形態のカメラ 1 および 2 によってキャプチャされた写真の例示的な画像 402 および 404 を示す。左側の画像 402 は、エッジリング 21 40

30

40

50

0の内側エッジ202とウエハ206の周辺エッジ204との間の比較的小さなギャップ406を図示する。したがって、カメラ1は、ウエハの載置がエッジリング210に比較的近いことを検出している。右側の画像404は、エッジリング210の内側エッジ202とウエハ206の周辺エッジ204との間のより大きなギャップ408を図示する。カメラ2は、ウエハの載置がエッジリング210からさらに離れていることを検出している。いくつかの例では、異なるVTMロボット設定に基づいて、図2のウエハからエッジまでのリングギャップ208（または図4の406および408）を調整または設定することができる。ペアシリコン(Si)ウエハ206（例えば）を用いることができるが、他のタイプのウエハ206も可能である。他の例は、基準角度および/またはウエハ半径を示すマーキングを有する較正ウエハの使用を含み得、いくつかの例では、画像402および404内で区別する色で提供され得る。ギャップ406および408に関する情報（位置データ）は、ウエハセンタリング操作中にVTM308へのフィードバックとして動的に送信され得る。受信したフィードバックに基づいて、ウエハ中央位置のプリセットまたは所定のギャップ値が確立されるまで、ウエハ位置を段階的または連続的に調整することができる。

10

【0040】

図5～図8は、エッジリング210の関連する内側エッジ202の隣の各カメラの位置に対応するウエハ502の周辺エッジ204のそれぞれの例示的な画像（例えば、図3のカメラ1、2、および3によって撮影された視野300'、300''、および300'''、'に おける）を示す。ウエハ502は、処理チャンバ100内のチャック102上に位置決め 20 される。ウエハ502の周辺エッジは直線によって表されているが、実際には、それらはわずかに弧状であることが理解されよう。処理チャンバ100に隣接するVTM512の位置が、図5に示されている。VTM512は、図6～図8の図の各々において同様に位置決めされる。図5の図500では、ウエハ502の上端、下端、および右側端の初期位置またはデータム位置504、506、および508が図5にそれぞれ示されている。（この例の目的のための）分離距離またはトップギャップ510が対応して導出され、記録され得る。

【0041】

図6の画像は、VTM512の位置（図5）から離れたVTM512のロボットアームの制御下での方向602へのウエハの移動を表している。トップギャップ510は、対応し 30 て広がっている。

【0042】

図7の画像は、VTM512に向かって初期位置またはデータムウエハ位置に戻る702へのウエハの移動を表している。トップギャップ510のサイズは、対応して復元されて いる。

【0043】

この例のさらなる目的のために、初期サイドギャップ704（図7）が導出され、記録され得る。図8の画像は、右への方向802へのVTM512のロボットアームの制御下でのウエハの移動を表している。サイドギャップ704は、対応して狭くなっている。カメラ1、2、および3のレイによってキャプチャされたトップおよびサイドギャップ画像 40 から導出された、そのようなウエハの移動を表す位置データは、VTM512の制御モジュールに動的に送り返され、ウエハの載置およびセンタリング操作中にウエハ502の特定およびセンタリングを容易にする。

【0044】

図9を参照すると、ウエハ206およびエッジリング210の構成900が示されている。エッジリング210をデータムとして使用して、既知の直径（したがって既知の半径）のウエハ206の中心は、トップギャップ510およびサイドギャップ704の測定に基づいて、またはギャップ510および704に関連する位置に基づいて決定され得る。図に示すカメラ1および2によって撮影された画像に基づいて、ウエハ206の周辺エッジ 50 204上の位置Xと、エッジリング210の内側エッジ202上の隣接する位置X'との

間の分離距離またはトップギャップ 5 1 0 を決定することができる。分離距離またはサイドギャップ 7 0 4 は、位置 Y および Y ' について同様の方式で決定することができる。簡略化のために、カメラ 1 および 2 は、実際にトップギャップ 5 1 0 およびサイドギャップ 7 0 4 の画像が撮影される上部と左側の象限の実際の位置ではなく、図に示すように、右側と下部の象限のカメラ位置に示されている。

【 0 0 4 5 】

いくつかの例では、点 X ' および Y ' の位置は、既知であるか、または例えば、この点に関してデータ構成要素として機能することができるエッジリング 2 1 0 の既知の位置もしくは寸法に基づいて導出することができる。エッジリング 2 1 0 の中心 9 0 8 は、ウエハセンタリングおよび処理の目的のための基準として対応して確立することができる。

10

【 0 0 4 6 】

点 X ' および Y ' の既知の位置を使用して、トップおよびサイドギャップ 5 1 0 および 7 0 4 をそれぞれ適用し、ウエハ 2 0 6 の周辺エッジ 2 0 4 上の点 X および Y の位置を決定することができる。ウエハ 2 0 6 の半径は既知であり、ウエハ半径に基づく概念的な円周（または円周の弧部分）は、対応して各点 X および Y の周りに外接することができる。点 X の概念的な円周には、それぞれ点 Y に対して 9 0 2 および 9 0 4 とラベル付けされている。ウエハ 2 0 6 の周辺内の概念的な円周 9 0 2 および 9 0 4 の交点は、中心 9 1 0 にウエハ 2 0 6 の中心を確立する。ウエハ 2 0 6 の中心がその周辺内に入ることが理解されるので、ウエハ 2 0 6 の周辺の外側の（点 9 0 6 における）円周 9 0 2 および 9 0 4 の交点は、無効な結果として破棄され得る。ウエハ 2 0 6 の決定された中心 9 1 0 は、動的ベースで、エッジリング 2 1 0 の真の中心 9 0 8 と比較され、オフセットまたは位置データ 9 1 2 を導出することができる。

20

【 0 0 4 7 】

いくつかの例では、オフセットデータに基づくフィードバックが V T M 5 1 2 の制御モジュールに提供され、ウエハセンタリング中にウエハ 2 0 6 の位置または経路を調整する。ウエハセンタリング操作中、ウエハ 2 0 6 に対する位置調整は、トップおよびサイドギャップ 5 1 0 および 7 0 4 の決定、もしくはエッジリング 2 1 0 ならびにウエハ中心 9 0 8 および 9 1 0 の位置の決定に基づいて、またはデータの両方のセットもしくはその一部の組み合わせに基づいて、V T M 5 1 2 の制御モジュールによって行われ得る。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 は、カメラ測定（実線のリングドット 1 0 0 2 ）および V T M ロボット設定値コマンド（破線のリングドット 1 0 0 4 ）で得られたウエハ中心の測定された変化を示す散布図 1 0 0 0 を図示する。線分 1 0 0 6 および 1 0 0 8 は、測定されたウエハ中心 1 0 0 2 をそれに関連するロボット設定値 1 0 0 4 にリンクする。実線の輪郭で示される比較的短い線分 1 0 0 8 は、それぞれの測定されたウエハ中心 1 0 0 2 が V T M ロボットウエハ設定値 1 0 0 4 の仕様の範囲内にあることを示している。これは、上述のロボット再現性の仕様を反映している。比較的長い線分 1 0 0 6 は、測定されたウエハ中心 1 0 0 2 が、例えば、V T M ロボット仕様の 1 3 3 % 以内にあることを示している。他の精度のマージンが、使用されてもよい。ハッシュ線 1 0 1 0 は、例えばロボット設定値の 1 3 3 % を超える単一のウエハ測定値を示す。点線 1 0 1 2 は、例えばロボット載置のエラーを正しく捉えたカメラ測定値を示している。他の指標もまた、可能である。

30

40

【 0 0 4 9 】

したがって、いくつかの例では、ウエハをセンタリングするための方法が提供される。図 1 1 を参照すると、データ構造に対してウエハをセンタリングするための方法 1 1 0 0 は、操作 1 1 0 2 において、ウエハ処理チャンバに隣接して、少なくとも 2 つのカメラを含むカメラ構成を載置することであって、少なくとも 2 つのカメラの各々は、カメラ構成に位置決めされると視野を含み、各視野は、ウエハの周辺エッジおよびデータ構造の周辺エッジを含むことと、1 1 0 4 において、少なくとも 2 つのカメラの各々から位置データを受信し、各視野に関連して、それぞれの視野に含まれるウエハおよびデータ位置のそれぞれの周辺エッジの間のギャップサイズを決定することと、1 1 0 6 において、決定

50

されたそれぞれのギャップサイズに基づいて、データ構造に対するウエハの位置を調整することを含む。

【0050】

いくつかの例では、データ位置は、エッジリングを含む。いくつかの例では、データ位置は、チャックを含む。

【0051】

いくつかの例では、方法1100は、ウエハ処理チャンバの壁にカメラ構成を設けることをさらに含む。

【0052】

いくつかの例では、方法1100は、カメラ構成に第3のカメラを含み、それぞれの第3の視野に関連して、第3のカメラからプロセッサに位置データを提供することをさらに含む。

10

【0053】

いくつかの例では、方法1100は、決定されたそれぞれのギャップサイズをそれぞれの所定のギャップサイズと比較することをさらに含み、それぞれの所定のギャップサイズは、データ構造またはウエハ処理チャンバに対するウエハの中心位置または所望の位置に関連付けられている。

【0054】

いくつかの例では、方法1100は、コントローラに、真空移送モジュール(VTM)のロボットアームを含めることをさらに含む。

20

【0055】

したがって、実施形態は、処理チャンバ100内のエッジリング210に対してウエハ位置を位置決めするためのカメラベースの画像検知のために提供される。本開示の例は、改善された速度、コスト、および精度を提供し得る。いくつかの例は、ウエハの位置決めまたはセンタリング操作中に迅速なin-situ測定を行うことを容易にし得る。通常、ブランケットウエハはプロセスモジュールでエッチングされ、ウエハ206に対して計測が実施されてウエハセンタリングを決定する。ウエハ206が典型的には追跡され、事前に測定され、かつ移動されるファブでは、従来の測定操作は、完了するのに所与の期間を要し得る。一方、本発明のプロセスでは、その時間を8分の1に短縮することができる。ラボプロセスツールでは、本明細書に開示されている方法を使用すると、これらの操作の実施にはファブで必要な従来の時間の12.5%しかかからないこともあり得る。

30

【0056】

ウエハセンタリングの従来の方法は、典型的には、完了するのに長い時間がかかり、多くの場合にブランケットウエハを用いる。本明細書におけるいくつかの例示的な方法は、1回限りのコストのみを必要とする。本開示のカメラ測定は、いくつかの例では、ほとんどの場合にVTMロボット制御設定値の仕様の範囲内でウエハの載置を決定することができる。図10の1つの例を除くすべてにおいて、カメラ測定は、従来の裏面粒子計測の仕様の範囲内でウエハの載置を決定した。実施形態は、ハードウェアと画像処理アルゴリズムの両方に変更を加えることによって、必要に応じて構成または調整することができる。

【0057】

特定の例示的な実施形態を参照して実施形態が説明されてきたが、実施形態のより広い範囲から逸脱することなく、これらの実施形態に対して様々な修正および変更を行うことができることは明らかであろう。したがって、本明細書および図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味において考慮されるべきである。本明細書の一部を形成する添付の図面は、限定ではなく例示として、主題が実践され得る特定の実施形態を示す。例示された実施形態は、本明細書に開示された教示を当業者が実践できるように十分詳細に説明されている。本開示の範囲から逸脱することなく構造的および論理的な置換および変更を行うことができるように、他の実施形態を利用してもよく、また、明細書に開示された教示から他の実施形態を導き出してもよい。したがって、この詳細な説明は、限定的な意味で解釈されるべきではなく、様々な実施形態の範囲は、添付の特許請求の範囲と、そのような特許

40

50

請求の範囲が権利を与えられる均等物のすべての範囲とによってのみ定義される。

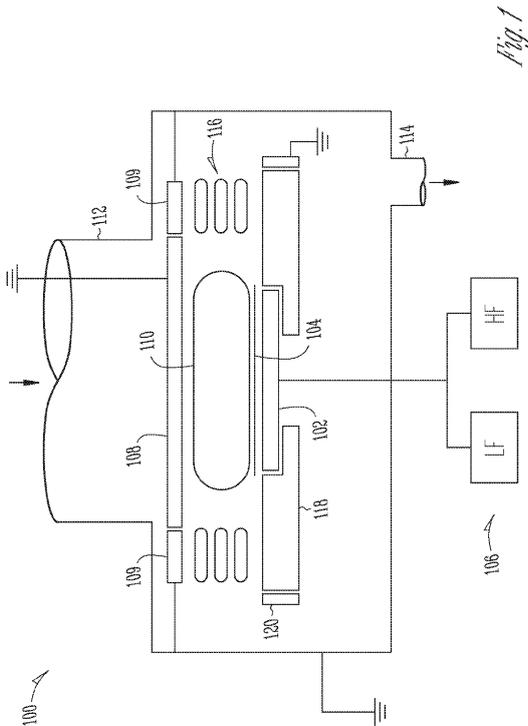
【 0 0 5 8 】

本発明の主題のそのような実施形態は、本明細書において個々におよび/または集合的に「発明」という用語によって言及される場合があるが、これは単に便宜上の問題であり、本出願の範囲を任意の単一の発明または発明概念（もし実際に複数が開示されているならば）に自発的に限定する意図はない。したがって、本明細書では特定の実施形態を例示し説明したが、同じ目的を達成するために算定された任意の構成が、示された特定の実施形態の代替となり得ることを理解されたい。本開示は、様々な実施形態のありとあらゆる適応または変形を網羅することを意図している。上記の実施形態と、本明細書に具体的に記載されていない他の実施形態との組み合わせは、上記の説明を検討すれば、当業者には明らかであろう。

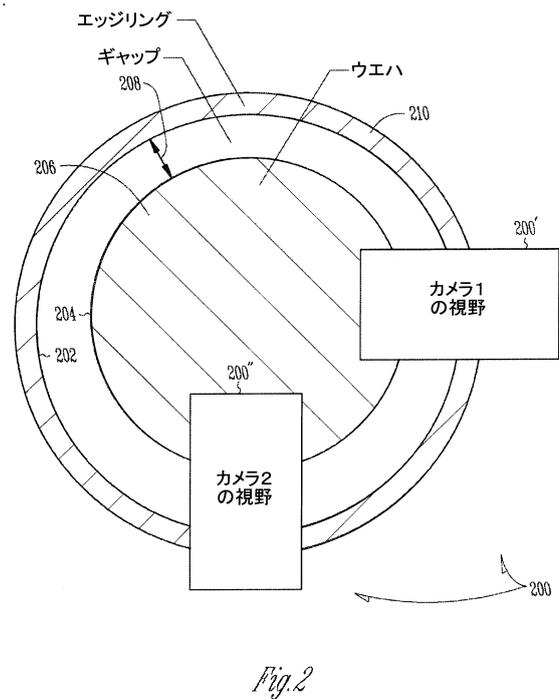
10

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



20

30

40

50

【 図 3 】

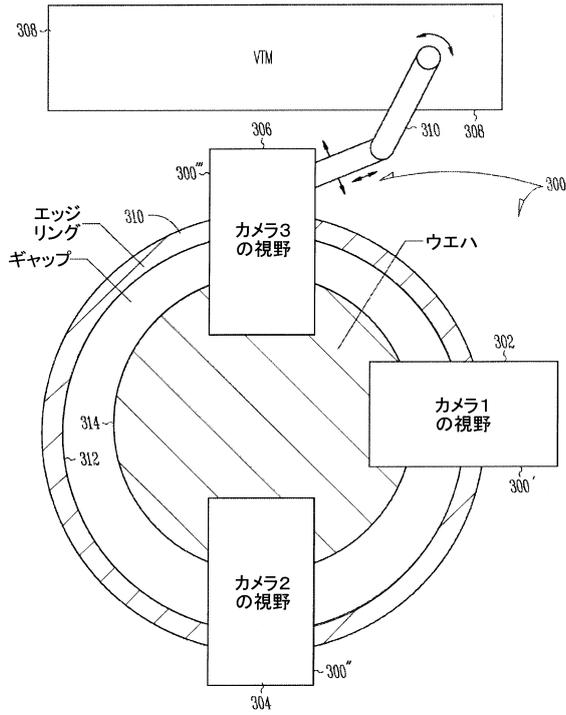


Fig. 3

【 図 4 】

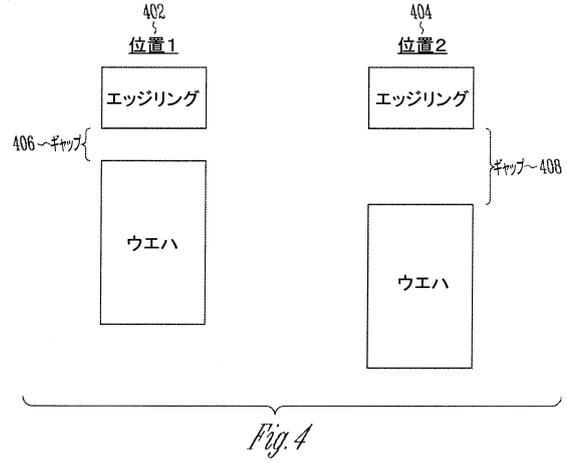


Fig. 4

10

20

【 図 5 】

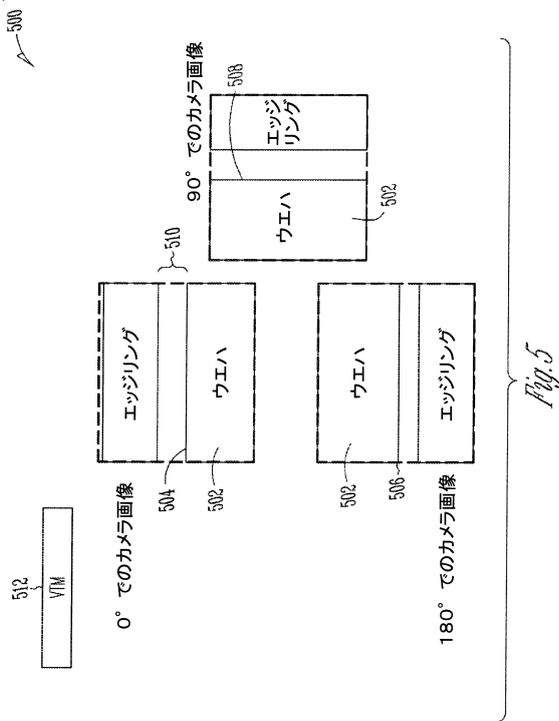


Fig. 5

【 図 6 】

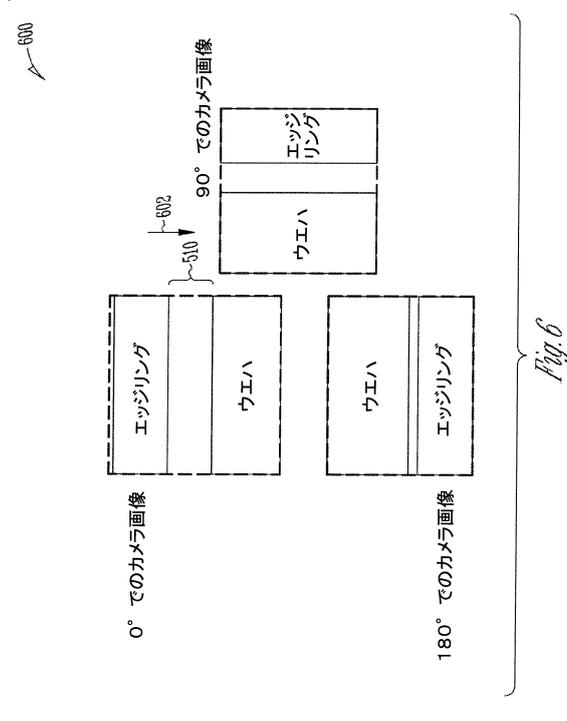


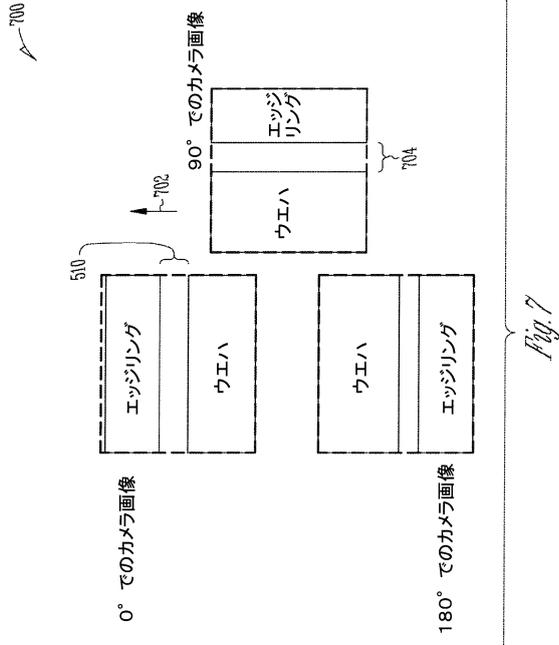
Fig. 6

30

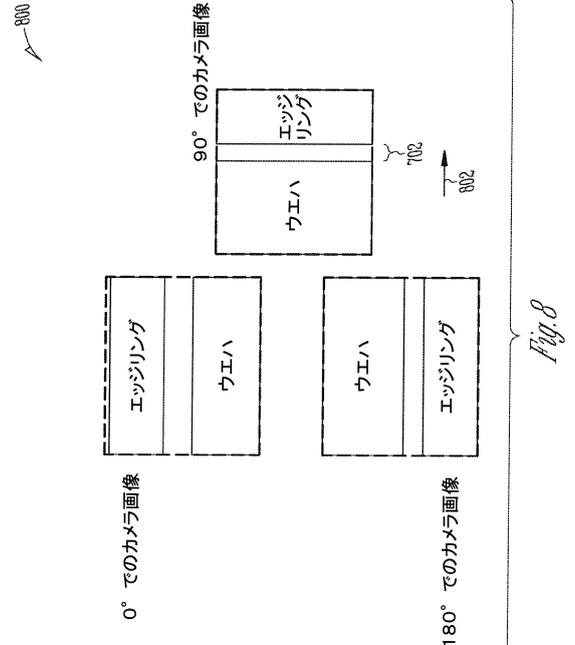
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

【 図 9 】

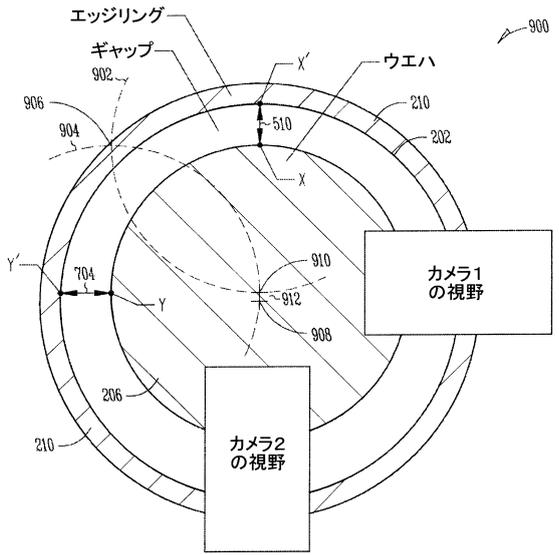


Fig. 9

【 図 10 】

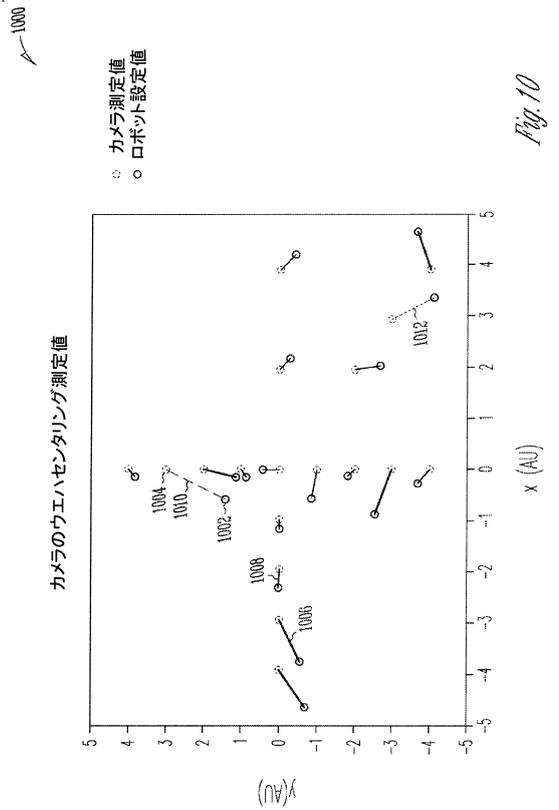


Fig. 10

30

40

50

【 図 1 1 】

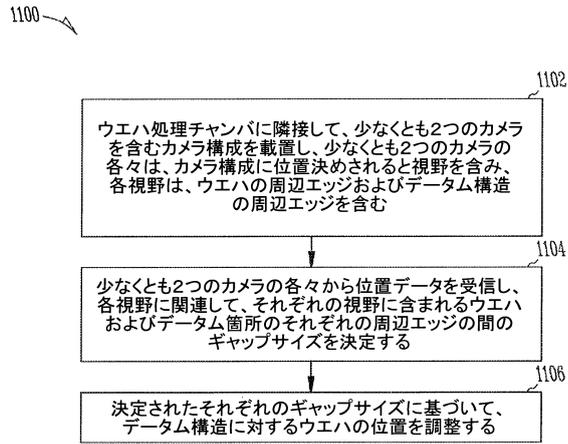


Fig.11

【 図 1 2 】

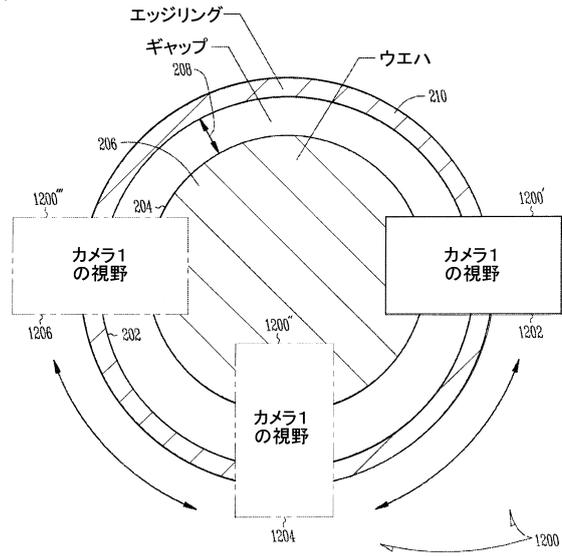


Fig.12

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2020/017080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L 21/67(2006.01)i, H01L 21/687(2006.01)i, H01J 37/32(2006.01)i, H01L 21/683(2006.01)i, H01L 21/677(2006.01)i, G01B 11/02(2006.01)i

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)
H01L 21/67; F26B 3/30; G01R 31/26; H01L 21/66; H01L 21/677; H01L 21/68; H01L 21/683; H01L 21/687; H05B 1/00; H01J 37/32; G01B 11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: positioning, wafer, datum-structure, camera, gap

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017-014818 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 26 January 2017 Paragraphs 29-44; and figures 1A-4B.	1, 3-9, 11-16, 20
Y		2, 10, 17-19
Y	US 2010-0133257 A1 (KHURSHED SORABJI et al.) 03 June 2010 Paragraph 94; and figure 10A.	2, 10
Y	US 2016-0126128 A1 (BROOKS AUTOMATION, INC.) 05 May 2016 Paragraph 37; and figure 4A.	17-19
A	KR 10-2015-0005554 A (APPLIED MATERIALS, INC.) 14 January 2015 Paragraphs 24-25; and figure 1.	1-20
A	US 2008-0101912 A1 (TODD W. MARTIN et al.) 01 May 2008 The entire document.	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"D" document cited by the applicant in the international application	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
04 June 2020 (04.06.2020)

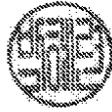
Date of mailing of the international search report
04 June 2020 (04.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR
International Application Division
Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea



Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer
PARK, Hye Lyun



Telephone No. +82-42-481-3463

10

20

30

40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2020/017080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2017-014818 A1	26/01/2017	CN 107548518 A	05/01/2018	10
		JP 2018-523288 A	16/08/2018	
		JP 6694445 B2	13/05/2020	
		KR 10-2018-0033447 A	03/04/2018	
		TW 201705348 A	01/02/2017	
		TW 201724334 A	01/07/2017	
		TW I593047 B	21/07/2017	
		TW I614834 B	11/02/2018	
		US 9405287 B1	02/08/2016	
		US 2010-0133257 A1	03/06/2010	
CN 102210017 B	11/09/2013			
DE 112009002691 T5	26/07/2012			
JP 2012-508456 A	05/04/2012			
JP 6079980 B2	15/02/2017			
KR 10-1613527 B1	19/04/2016			
KR 10-1831360 B1	22/02/2018			
KR 10-1958823 B1	15/03/2019			
KR 10-2011-0084524 A	25/07/2011			
KR 10-2016-0030329 A	16/03/2016			
KR 10-2018-0021220 A	28/02/2018			
TW 201029070 A	01/08/2010			
TW 201342481 A	16/10/2013			
TW I421945 B	01/01/2014			
TW I505370 B	21/10/2015			
US 2013-0043235 A1	21/02/2013			
US 2013-0043632 A1	21/02/2013			
US 2015-0050118 A1	19/02/2015			
US 8314371 B2	20/11/2012			
US 8900889 B2	02/12/2014			30
US 9390950 B2	12/07/2016			
US 9564349 B2	07/02/2017			
WO 2010-054076 A2	14/05/2010			
WO 2010-054076 A3	29/07/2010			
US 2016-0126128 A1	05/05/2016	CN 107112264 A	29/08/2017	
		JP 2017-535974 A	30/11/2017	
		KR 10-2017-0081227 A	11/07/2017	
		TW 201630100 A	16/08/2016	
		WO 2016-073330 A1	12/05/2016	
KR 10-2015-0005554 A	14/01/2015	CN 104137249 A	05/11/2014	40
		CN 104137249 B	14/11/2017	
		CN 107742613 A	27/02/2018	
		TW 201347063 A	16/11/2013	
		TW 201802982 A	16/01/2018	
		TW I625804 B	01/06/2018	
		TW I633611 B	21/08/2018	
		US 10483145 B2	19/11/2019	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2020/017080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2013-0287536 A1	31/10/2013
		US 2018-0033667 A1	01/02/2018
		US 9786537 B2	10/10/2017
		WO 2013-162842 A1	31/10/2013
US 2008-0101912 A1	01/05/2008	TW 200837869 A	16/09/2008
		WO 2008-052102 A2	02/05/2008
		WO 2008-052102 A3	30/10/2008

10

20

30

40

50

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,K
G,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,N
I,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,
TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

5 3 9 フレモント , トウヒー・ストリート , 4 7 4 6 3

(72)発明者 パターソン・アレクサンダー・ミラー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 2 0 サン・ホセ , パールウッド・ドライブ , 1 0 0 8

Fターム(参考) 5F131 AA02 BA19 CA18 DB02 DB52 DB82 EA03 EB14 EB81 FA12
FA23 FA37 HA09 HA12 HA15 KA14 KA47 KB05 KB55