(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2013-149902
(P2013-149902A)
(43)公開日　平成25年8月1日(2013.8.1)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/677	***(2006.01)***	H01L	21/68	A	3C707
B65G 49/07	***(2006.01)***	B65G	49/07	E	5F031
B25J 15/08	***(2006.01)***	B25J	15/08	U	
B25J 13/08	***(2006.01)***	B25J	13/08	A	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 13 頁）

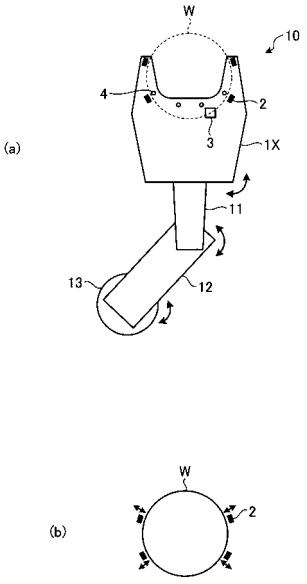
(21)出願番号　特願2012-10971(P2012-10971)
(22)出願日　平成24年1月23日(2012.1.23)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　平栗　一磨
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内

Ｆターム(参考)　3C707 AS24 ES17 HS29 KS05 KS30 KS39 KT01 KT04 KX07 LT12 LV06
5F031 CA02 FA01 FA07 FA11 FA12 GA02 GA36 GA38 GA43 JA04 JA27 JA36 KA03 KA11 LA10 MA04 NA05

(54)【発明の名称】ウエハ搬送装置

(57)【要約】
【課題】ウエハ搬送中のウエハの位置ずれを迅速に検出することができるウエハ搬送装置を提供すること。
【解決手段】実施形態によれば、ウエハ搬送装置が提供される。ウエハ搬送装置は、ウエハを載置するとともに載置されたウエハの一部を撮像する撮像部を有した載置部と、前記載置部を移動させることにより、前記載置部上のウエハを搬送する搬送部と、前記載置部上に載置されたウエハの位置ずれを検出する位置ずれ検出部と、を備えている。前記撮像部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの裏面側となる位置に配置されるとともに、前記ウエハの搬送中に、前記ウエハの外縁部と前記ウエハが載置されない領域との境界部の一部を境界部画像として前記ウエハの裏面側から撮像する。そして、前記位置ずれ検出部は、前記境界部画像に基づいて、搬送中の前記ウエハの位置ずれを検出する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ウエハを載置するとともに載置されたウエハの一部を撮像する撮像部を有した載置部と、
前記載置部を移動させることにより、前記載置部上のウエハを搬送する搬送部と、
前記載置部上に載置されたウエハの位置ずれを検出する位置ずれ検出部と、
を備え、
前記撮像部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの裏面側となる位置に配置されるとともに、前記ウエハの搬送中に、前記ウエハの外縁部と前記ウエハが載置されない領域との境界部の一部を境界部画像として前記ウエハの裏面側から撮像し、
前記位置ずれ検出部は、前記境界部画像に基づいて、搬送中の前記ウエハの位置ずれを検出し、
前記載置部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの側面部よりも外側となる位置に配置される複数のピエゾ素子をさらに有し、
前記ピエゾ素子は、所定の電圧が印加されると前記ウエハの側面に当接するよう前記ウエハの中心方向に移動し、前記位置ずれ検出部が前記ウエハの位置ずれを検出した場合に、前記ウエハの側面に当接しながら前記ウエハを基準位置まで移動させるよう第１の電圧が印加されることを特徴とするウエハ搬送装置。
【請求項２】
ウエハを載置するとともに載置されたウエハの一部を撮像する撮像部を有した載置部と、
前記載置部を移動させることにより、前記載置部上のウエハを搬送する搬送部と、
前記載置部上に載置されたウエハの位置ずれを検出する位置ずれ検出部と、
を備え、
前記撮像部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの裏面側となる位置に配置されるとともに、前記ウエハの搬送中に、前記ウエハの外縁部と前記ウエハが載置されない領域との境界部の一部を境界部画像として前記ウエハの裏面側から撮像し、
前記位置ずれ検出部は、前記境界部画像に基づいて、搬送中の前記ウエハの位置ずれを検出することを特徴とするウエハ搬送装置。
【請求項３】
前記載置部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの側面部よりも外側となる位置に配置される複数のピエゾ素子をさらに有し、
前記ピエゾ素子は、所定の電圧が印加されると前記ウエハの側面に当接するよう前記ウエハの中心方向に移動することを特徴とする請求項２に記載のウエハ搬送装置。
【請求項４】
前記ピエゾ素子は、前記位置ずれ検出部が前記ウエハの位置ずれを検出した場合に、前記ウエハの側面に当接しながら前記ウエハを基準位置まで移動させるよう第１の電圧が印加されることを特徴とする請求項３に記載のウエハ搬送装置。
【請求項５】
前記ピエゾ素子は、前記ウエハが前記載置部に載置された際に、前記ウエハの基準位置で前記ウエハの側面に当接して前記ウエハを保持するよう第２の電圧が印加されることを特徴とする請求項３に記載のウエハ搬送装置。
【請求項６】
前記位置ずれ検出部は、前記境界部画像に基づいて、搬送中の前記ウエハの位置ずれ量を検出し、
前記ピエゾ素子は、前記位置ずれ量に応じた電圧が印加されることにより、前記ウエハの側面に当接しながら前記ウエハを基準位置まで移動させることを特徴とする請求項３に記載のウエハ搬送装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明の実施形態は、ウエハ搬送装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体デバイスが形成されるウエハは、ウエハ搬送装置によって半導体製造装置内の搬送を行なっている。このウエハ搬送装置は、ロボットアームを有しており、ロボットアームのエンドエフェクタ上にウエハを載置してウエハの搬送を行なっている。
【０００３】
このようなウエハ搬送装置では、ウエハ裏面に付着している異物やウエハの反りなどが原因で、エンドエフェクタ上でウエハが滑り、エンドエフェクタ上でのウエハの位置ずれが生じる場合がある。特に、ウエハが高速搬送される場合には、ウエハの位置ずれが生じやすい。ウエハの位置ずれを防止するために、エンドエフェクタ上のパッド数を増やすと、個々のパッドの高さを揃えることが難しくなり、この結果、ウエハが偏り、高速搬送中にウエハが滑るおそれがある。また、パッド外形をウエハ裏面に合わせて設計しても、裏面が工程変更や条件変更等で変化するので、その都度パッド外形の設計が必要になる。
【０００４】
従来、エンドエフェクタ上でのウエハの位置ずれは、半導体製造装置のウエハ搬出入口近傍に設けられた透過センサが検出していた。しかしながら、透過センサは、ウエハが透過センサ近傍まで近付くまでウエハの位置ずれを検出することができない。このため、ウエハの搬送中にウエハの位置ずれが生じても、透過センサでウエハの位置ずれが検出されるまでウエハ搬送が続けられる。このような場合、ウエハ搬送中にウエハの落下などが引き起こされるおそれがある。したがって、ウエハ搬送中のウエハの位置ずれを迅速に検出し、可能であれば、ウエハの位置ずれを修正することが望まれる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００８－４７７００号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明が解決しようとする課題は、ウエハ搬送中のウエハの位置ずれを迅速に検出し、位置ずれを修正することができるウエハ搬送装置を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
実施形態によれば、ウエハ搬送装置が提供される。ウエハ搬送装置は、ウエハを載置するとともに載置されたウエハの一部を撮像する撮像部を有した載置部と、前記載置部を移動させることにより、前記載置部上のウエハを搬送する搬送部と、前記載置部上に載置されたウエハの位置ずれを検出する位置ずれ検出部と、を備えている。前記撮像部は、前記ウエハが載置された場合に前記ウエハの裏面側となる位置に配置されるとともに、前記ウエハの搬送中に、前記ウエハの外縁部と前記ウエハが載置されない領域との境界部の一部を境界部画像として前記ウエハの裏面側から撮像する。そして、前記位置ずれ検出部は、前記境界部画像に基づいて、搬送中の前記ウエハの位置ずれを検出する。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】図１は、実施形態に係る搬送ロボットを備えた半導体製造装置の構成例を示す図である。
【図２】図２は、実施形態に係る搬送ロボットが備えるエンドエフェクタの構成例を示す図である。
【図３】図３は、エンドエフェクタの断面構成を示す図である。
【図４】図４は、実施形態に係る搬送ロボットが備えるエンドエフェクタの他の構成例を

示す図である。
【図５】図５は、カメラおよびラインセンサによって撮像される画像の一例を示す図である。
【図６】図６は、実施形態に係る搬送ロボットを備えた搬送制御システムの構成例を示す図である。
【図７】図７は、ウエハ位置制御系の制御ループを示す図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下に添付図面を参照して、実施形態に係るウエハ搬送装置を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。
【００１０】
（実施形態）
図１は、実施形態に係る搬送ロボットを備えた半導体製造装置の構成例を示す図である。半導体製造装置１００は、枚葉マルチチャンバ構成の装置であり、ウエハ搬送装置としての搬送ロボット９，１０と、プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄと、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂと、ロードポート３２Ａ～３２Ｃと、オリエンター３３と、を備えている。
【００１１】
搬送ロボット９，１０は、ウエハＷなどの基板を搬送するロボットである。搬送ロボット１０は、プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄ、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂで囲まれた真空搬送室３４に配置されている。搬送ロボット１０は、プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄとロードロック室３１Ａ，３１Ｂとの間のウエハ搬送や、プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄ間のウエハ搬送を、真空搬送室３４を介して行う。
【００１２】
また、搬送ロボット９は、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂ、ロードポート３２Ａ～３２Ｃ、オリエンター３３で囲まれた大気搬送室３５に配置されている。搬送ロボット９は、ロードポート３２Ａ～３２Ｃからオリエンター３３への間のウエハ搬送、オリエンター３３からロードロック室３１Ａ，３１Ｂへの間のウエハ搬送、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂからロードポート３２Ａ～３２Ｃへのウエハ搬送を、大気搬送室３５を介して行う。
【００１３】
本実施形態の搬送ロボット９，１０は、ウエハＷを載置する箇所にカメラ３を有しており、カメラ３で撮像した画像に基づいてウエハＷの保持状態をモニタする。また、搬送ロボット９，１０は、ピエゾ素子２を用いてウエハＷを保持するとともに、ウエハＷに位置ずれが生じた場合には、ピエゾ素子２を用いてウエハＷの位置ずれを修正する。これにより、搬送ロボット９，１０は、ウエハＷの裏面状態にかかわらず、ウエハＷの位置ずれや落下等を防止しつつ、高い加減速度でウエハＷを搬送する。
【００１４】
ロードポート３２Ａ～３２Ｃは、ウエハＷの搬出入が行われるウエハ搬出入口である。半導体製造装置１００がウエハ処理を行なう際には、ウエハＷを格納したＦＯＵＰがロードポート３２Ａ～３２Ｃ内に搬入される。
【００１５】
オリエンター３３は、ウエハＷの面内方向の向きを整える装置である。ロードロック室３１Ａ，３１Ｂは、ウエハＷをプロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄに搬送するまでの中継室であり、ウエハＷが搬入された後、所定値まで減圧される。
【００１６】
プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄは、ウエハプロセスを行うチャンバであり、ウエハプロセスを行う際には、搬送ロボット１０によってプロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄ内にウエハが搬入される。
【００１７】
搬送ロボット９は、ウエハＷがロードポート３２Ａ～３２Ｃの何れかに搬入されると、ウエハＷをロードポート３２Ａ～３２Ｃからオリエンター３３に搬送する。そして、オリ

エンター３３でウエハWの面内方向の向きが整えられると、搬送ロボット９は、ウエハWをオリエンター３３からロードロック室３１Ａ，３１Ｂの何れかに搬送する。なお、半導体製造装置１００は、マルチチャンバ構成の装置に限らず、他の構成を有した装置であってもよい。

【００１８】

半導体製造装置１００では、ウエハW待ちのプロセスチャンバにウエハWを搬送するため、搬送ロボット９を制御する装置制御ＰＣからの指示出力またはプロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄからの要求出力が行われる。これにより、搬送ロボット１０側に移動量指令が送られ、搬送ロボット１０は、未処理ウエハWがあるロードロック室へアームを伸ばす。

【００１９】

この後、搬送ロボット１０がロードロック室３１Ａ，３１ＢからウエハWを取り出す。具体的には、半導体製造装置１００は、ウエハWをエンドエフェクタ上に載置するため、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂ内のリフターピン（図示せず）上にウエハWを載置しておく。その後、搬送ロボット１０は、ロードロック室３１Ａ，３１Ｂ内のウエハWを十分確保できる位置までエンドエフェクタを伸ばす。そして、半導体製造装置１００は、リフターピンまたはエンドエフェクタを昇降させることにより、ウエハWをエンドエフェクタ上に載置する。

【００２０】

ウエハWをエンドエフェクタ上に載置したことを示す動作完了信号が、搬送ロボット１０から送られ、動作完了信号を装置制御ＰＣが受信した後、搬送ロボット１０は、エンドエフェクタ上でウエハWを保持する。その後、搬送ロボット１０は、アームを真空搬送室３４側に引き戻す。搬送ロボット１０は、アームを真空搬送室３４内へ引き込んだ後、アームやエンドエフェクタを回転させることにより、目的のプロセスチャンバの位置までウエハWを移動させる。

【００２１】

ウエハWがプロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄの前まで移動すると、搬送ロボット１０は、アームを伸ばすことにより、エンドエフェクタをプロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄ内の所定の位置まで移動させる。

【００２２】

搬送ロボット１０は、プロセスチャンバ３０Ａ～３０Ｄ内の目的設置位置までアームを入れ終えた後、エンドエフェクタをリフターピンまで下降させることにより、ウエハWをリフターピン上に置く。なお、半導体製造装置１００は、リフターピンを上昇させることにより、エンドエフェクタ上のウエハWをリフターピンで持ち上げてもよい。

【００２３】

つぎに、実施形態に係る搬送ロボット９，１０が備えるエンドエフェクタの構成について説明する。図２は、実施形態に係る搬送ロボットが備えるエンドエフェクタの構成例を示す図である。なお、搬送ロボット９，１０が備えるエンドエフェクタは、同様の構成を有しているので、ここでは搬送ロボット１０が備えるエンドエフェクタ１Ｘの構成について説明する。図２の（ａ）では、搬送ロボット１０の上面図を示し、図２の（ｂ）では、エンドエフェクタ１Ｘが備えるピエゾ素子２の移動方向（上面図）を示している。

【００２４】

搬送ロボット１０は、エンドエフェクタ１Ｘと、アーム１１，１２と、回転台１３と、を備えている。エンドエフェクタ１Ｘは、一方の端部側にウエハWを載置するとともに、他方の端部側がアーム１１に接続されている。エンドエフェクタ１Ｘの他方の端部側は、アーム１１の一方の端部側に回転自在に接続されており、接続位置を回転軸としてエンドエフェクタ１Ｘは回転する。

【００２５】

また、アーム１１の他方の端部側は、アーム１２の一方の端部側に回転自在に接続されており、接続位置を回転軸としてアーム１１は回転する。また、アーム１２の他方の端部側は、回転台１３に回転自在に接続されており、接続位置を回転軸としてアーム１２は回

転する。
【００２６】
エンドエフェクタ１Ｘは、一方の端部側がＵ字形状の板状部材（以下、Ｕ字部という）で構成され、他方の端部側が概略矩形状の板状部材で構成されている。ウエハＷは、エンドエフェクタ１Ｘが有するＵ字部上に載置される。
【００２７】
エンドエフェクタ１Ｘには、Ｕ字部上に、複数のパッド４と、複数のピエゾ素子２と、２Ｄカメラなどのカメラ３と、が配置されている。カメラ３は、例えばエリアセンサであり、Ｕ字部上に載置されたウエハＷの位置を検出する。具体的には、カメラ３は、ウエハＷの外周（円周部）の一部（ウエハＷが載置される箇所とされない箇所との境界）を二次元的に撮像する。カメラ３は、例えば、ウエハＷが載置される領域（ウエハ裏面）とされない領域（非ウエハ部分）とがカメラ視野内に均等に写る位置に配置しておく。カメラ３は、撮像した画像を装置制御ＰＣに送る。これにより、装置制御ＰＣは、カメラ３が撮像した画像に基づいて、ウエハＷの位置ずれ量を検出する。
【００２８】
ピエゾ素子２は、Ｕ字部上にウエハＷが載置された場合にウエハＷよりも僅かに外側となる位置に配置されている。エンドエフェクタ１Ｘでは、複数のピエゾ素子２によってウエハＷを囲えるよう、各ピエゾ素子２が配置されている。図２の（ａ）では、エンドエフェクタ１Ｘ上に４つのピエゾ素子２が配置され、４つのピエゾ素子２がウエハＷを囲うよう配置されている場合を示している。
【００２９】
図２の（ｂ）に示すように、各ピエゾ素子２は、電圧が印加されることにより、ウエハＷの中心方向に移動し、電圧の印加が停止されることにより、ウエハＷの外側に移動する。
【００３０】
本実施形態では、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘ上に載置されると、ピエゾ素子２に、所定の電圧（基準電圧）が印加される。これにより、ピエゾ素子２は、ウエハＷ側に移動してウエハＷの側面部に当接する。そして、各ピエゾ素子２がウエハＷの側面部に当接することにより、ウエハＷは、エンドエフェクタ１Ｘ上に保持される。
【００３１】
このように、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘ上に載置された際に、ピエゾ素子２に基準電圧が印加され、これにより、ウエハＷがピエゾ素子２によってエンドエフェクタ１Ｘ上の所定位置（初期位置）に固定される。
【００３２】
また、ウエハＷの搬送中にウエハＷの位置ずれが検出されると、ピエゾ素子２に基準電圧よりも大きな電圧が印加され、これにより、ウエハＷがピエゾ素子２によってエンドエフェクタ１Ｘ上の初期位置に戻されて初期位置で固定される。ウエハＷを初期位置で固定した後、ピエゾ素子２に印加する電圧は基準電圧に戻される。なお、半導体製造装置１００は、ウエハＷを初期位置に戻した後、ピエゾ素子２に印加する電圧をゼロにしてもよい。
【００３３】
ウエハＷをエンドエフェクタ１Ｘから他の場所へ移動させる際には、ピエゾ素子２への印加電圧がゼロにされる。これにより、ピエゾ素子２はウエハＷ側の外側に移動し、その結果、ピエゾ素子２とウエハＷの側面部との当接が解除される。
【００３４】
エンドエフェクタ１Ｘは、ピエゾ素子２によってウエハＷを保持することにより、エンドエフェクタ１Ｘ上のウエハＷの位置ずれや、エンドエフェクタ１Ｘからウエハが落下することを防止する。
【００３５】
パッド４は、Ｕ字部上にウエハＷが載置された際にウエハＷの裏面と接する位置に配置

されている。パッド４は、ウエハＷの裏面と接することにより、ウエハＷの滑りを防止する。

【００３６】

図３は、エンドエフェクタの断面構成を示す図である。図３の（ａ）では、エンドエフェクタ１Ｘをパッド４に沿って切断した場合のエンドエフェクタ１Ｘの断面図を示している。図３の（ｂ）では、エンドエフェクタ１Ｘをピエゾ素子２に沿って切断した場合のエンドエフェクタ１Ｘの断面図を示している。図３の（ｃ）では、エンドエフェクタ１Ｘをカメラ３に沿って切断した場合のエンドエフェクタ１Ｘの断面図を示している。

【００３７】

図３の（ａ）に示すように、パッド４は、エンドエフェクタ１Ｘの上面に配置される。そして、エンドエフェクタ１Ｘ上にウエハＷが載置されると、ウエハＷはパッド４によって支持される。

【００３８】

また、図３の（ｂ）に示すように、ピエゾ素子２は、エンドエフェクタ１Ｘの上面であって且つウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘ上に載置された際にウエハＷよりも外側となる位置に配置される。そして、エンドエフェクタ１Ｘ上にウエハＷが載置されてピエゾ素子２に電圧が印加されることにより、ピエゾ素子２がウエハＷの側面と当接する。

【００３９】

また、図３の（ｃ）に示すように、カメラ３は、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘ上に載置された際に、ウエハＷの裏面と衝突しない位置（例えば、エンドエフェクタ１Ｘの内部）に配置される。これにより、エンドエフェクタ１Ｘ上にウエハＷが載置されると、ウエハＷの裏面がカメラ３に向けられる。なお、カメラ３をエンドエフェクタ１Ｘの裏面に配置してもよい。この場合、エンドエフェクタ１Ｘのうちカメラ３が配置される箇所（カメラ３とウエハＷの裏面が対向する位置）に貫通穴を設けておく。

【００４０】

なお、搬送ロボット１０は、カメラ３の代わりにラインセンサを用いてウエハＷの位置ずれを検出してもよい。この場合、エンドエフェクタには、ラインセンサが配設される。また、搬送ロボット１０は、測長センサ（近接センサ）を用いて、ウエハＷの高さ方向の位置ずれを検出してもよい。この場合、エンドエフェクタには、測長センサが配設される。

【００４１】

図４は、実施形態に係る搬送ロボットが備えるエンドエフェクタの他の構成例を示す図である。なお、図４では、パッド４やピエゾ素子２の図示を省略している。エンドエフェクタ１Ｙは、ラインセンサ５Ｘ，５Ｙと測長センサ６とを備えている。ラインセンサ５Ｘ，５Ｙおよび測長センサ６は、カメラ３と同様に、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｙ上に載置された際に、ウエハＷの裏面と衝突しない位置（例えば、エンドエフェクタ１Ｙの内部）に配置される。また、ラインセンサ５Ｘ，５Ｙは、例えば、ウエハＷが載置される領域とされない領域とがカメラ視野内に均等に写る位置に配置しておく。また、測長センサ６は、ウエハＷが載置される領域に配置しておく。

【００４２】

ラインセンサ５Ｘは、エンドエフェクタ１Ｙ上に載置されたウエハＷのＸ方向の位置を検出する。また、ラインセンサ５Ｙは、エンドエフェクタ１Ｙ上に載置されたウエハＷのＹ方向の位置を検出する。

【００４３】

ラインセンサ５Ｘは、ウエハＷが載置される箇所とされない箇所とのＸ方向の境界部近傍に配置される。また、ラインセンサ５Ｙは、ウエハＷが載置される箇所とされない箇所とのＸ方向の境界部近傍に配置される。

【００４４】

ラインセンサ５Ｘ，５Ｙは、ウエハＷが載置される箇所とされない箇所との境界を一次元的に撮像する。ラインセンサ５Ｘ，５Ｙは、撮像した画像を装置制御ＰＣに送る。これ

により、装置制御ＰＣは、ラインセンサ５Ｘ，５Ｙが撮像した画像に基づいて、ウエハＷの位置ずれ量を検出する。

【００４５】

測長センサ６は、測長センサ６からウエハＷまでの距離を測長するセンサである。エンドエフェクタ１Ｙ上へは、測長センサ６を１つだけ配置してもよいし、２つ以上配置してもよい。図４では、エンドエフェクタ１Ｙ上に２つの測長センサ６が配置されている場合を示している。エンドエフェクタ１Ｙ上に複数の測長センサ６を配置しておくことにより、半導体製造装置１００は、ウエハＷの傾き（反り）を検出することが可能となる。なお、エンドエフェクタ１Ｘに測長センサ６を設けてもよい。

【００４６】

図５は、カメラおよびラインセンサによって撮像される画像の一例を示す図である。図５の（ａ）は、カメラ３によって撮像される画像２１を示している。また、図５の（ｂ）は、ラインセンサ５Ｘによって撮像される画像２２Ｘを示し、図５の（ｃ）は、ラインセンサ５Ｙによって撮像される画像２２Ｙを示している。

【００４７】

図５の（ａ）に示すように、画像２１は２次元的な画像であり、画像２１に基づいてウエハＷの位置を検出することが可能となる。また、図５の（ｂ）に示すように、画像２２Ｘは１次元方向の画像であり、画像２２Ｘに基づいてウエハＷのＸ方向の位置を検出することが可能となる。また、図５の（ｃ）に示すように、画像２２Ｙは１次元方向の画像であり、画像２２Ｙに基づいてウエハＷのＹ方向の位置を検出することが可能となる。

【００４８】

図６は、実施形態に係る搬送ロボットを備えた搬送制御システムの構成例を示す図である。搬送制御システム１０１は、搬送ロボット１０と、装置制御ＰＣ（Personal Computer）４０と、信号処理部４１と、動作コントローラ４２と、モータドライバ（サーボドライバ）４３と、を備えている。

【００４９】

搬送ロボット１０のアーム１１，１２、回転台１３などの搬送系は、モータドライバ４３に接続されている。また、搬送ロボット１０のエンドエフェクタ１Ｘが有するピエゾ素子２は、信号処理部４１に接続されている。また、装置制御ＰＣ４０は、信号処理部４１、動作コントローラ４２に接続されている。そして、動作コントローラ４２が、モータドライバ４３に接続されている。

【００５０】

搬送制御システム１０１のうち、装置制御ＰＣ４０の一部、ピエゾ素子２、カメラ３、測長センサ６、信号処理部４１がウエハＷの位置制御に用いられるウエハ位置制御系である。ウエハ位置制御系は、エンドエフェクタ１Ｘのウエハ搭載部分（Ｕ字部）に設けられたカメラ３などからの情報に基づいて、ウエハＷの位置ずれなどを検出し、モニタ結果に基づいてウエハＷの位置を補正する。

【００５１】

また、搬送制御システム１０１のうち、装置制御ＰＣ４０の一部、搬送ロボット１０の搬送系、モータドライバ４３、動作コントローラ４２が、ウエハＷの搬送制御に用いられるウエハ搬送制御系である。ウエハ搬送制御系は、搬送ロボット１０と、搬送ロボット１０に設けられたエンコーダ（位置検出センサ）と、モータドライバ４３と、を有したフィードバックループを構成している。

【００５２】

エンドエフェクタ１Ｘ上に載置されたウエハＷは、カメラ３および測長センサ６によって位置が監視されている。カメラ３は、ウエハＷの外縁部を撮像し、撮像した画像を信号処理部４１に送る。また、測長センサ６は、ウエハＷまでの距離を測長し、測長結果（距離）を信号処理部４１に送る。

【００５３】

信号処理部４１は、例えばＤＩＯ／ＡＩＯボードであり、種々の信号処理を行う。信号

処理部４１は、エンドエフェクタ１Ｘ上に載置されたウエハＷの位置ずれを検出する位置ずれ検出部としての処理を行う。具体的には、信号処理部４１は、カメラ３から送られてくる画像に基づいて、ウエハＷの面内方向の位置ずれ量を算出する。また、信号処理部４１は、測長センサ６から送られてくる距離に基づいて、ウエハＷの高さ方向の位置ずれ量を算出する。

【００５４】

信号処理部４１は、ウエハＷの面内方向の位置ずれ量を面内位置ずれ量として装置制御ＰＣ４０に送る。また、信号処理部４１は、ウエハＷの高さ方向の位置ずれ量を高さ位置ずれ量として装置制御ＰＣ４０に送る。また、信号処理部４１は、装置制御ＰＣ４０からピエゾ素子２の移動要求が送られてくると、移動要求内に含まれているピエゾ素子２の移動調整量に基づいて、移動調整量に応じた電圧（ピエゾ素子２を移動させる電圧）をピエゾ素子２に印加する。

【００５５】

装置制御ＰＣ４０は、信号処理部４１から送られてくる高さ位置ずれ量に基づいて、エンドエフェクタ１Ｘ上のウエハＷの保持状態を判定する。装置制御ＰＣ４０は、ウエハＷの保持状態は異常であると判定すると、搬送ロボット１０を停止させる。

【００５６】

また、装置制御ＰＣ４０は、信号処理部４１から送られてくる面内位置ずれ量に基づいて、ウエハＷに必要な位置調整量を算出する。そして、装置制御ＰＣ４０は、ウエハＷに必要な位置調整量に基づいて、ピエゾ素子２に必要な移動調整量を算出する。装置制御ＰＣ４０は、ピエゾ素子２に必要な移動調整量を移動要求に付加して、信号処理部４１に送る。また、装置制御ＰＣ４０は、動作コントローラ４２に動作指令を送る。この動作指令には、搬送系（アーム１１，１２、回転台１３など）を動作させる指令が含まれている。

【００５７】

動作コントローラ４２は、装置制御ＰＣ４０から送られてくる動作指令に基づいて移動量指令を生成し、移動量指令をモータドライバ４３に送る。この移動量指令には、搬送系を移動させるための移動量などが含まれている。

【００５８】

また、動作コントローラ４２は、モータドライバ４３から送られてくる移動量に基づいて、搬送系の実際の座標を算出し、装置制御ＰＣ４０に座標の通知を行う。モータドライバ４３から送られてくる移動量は、搬送系の実際の移動量であり、装置制御ＰＣ４０に通知する座標は、搬送系の実際の座標である。

【００５９】

モータドライバ４３は、動作コントローラ４２から送られてくる移動量指令に基づいて、搬送系を移動させるための搬送電圧を搬送系に出力する。また、モータドライバ４３は、搬送系から送られてくるエンコーダ値に基づいて、搬送系の移動量を動作コントローラ４２に通知する。

【００６０】

つぎに、搬送制御システム１０１の動作手順について説明する。装置制御ＰＣ４０は、動作コントローラ４２に動作指令を送る。これにより、ウエハ搬送制御系が動作する。そして、エンドエフェクタ１Ｘ上にウエハＷが載置されると、カメラ３は、ウエハＷの外縁部を撮像し、撮像した画像を信号処理部４１に送る。また、測長センサ６は、ウエハＷまでの距離を測長し、測長結果を信号処理部４１に送る。

【００６１】

これにより、信号処理部４１は、カメラ３から送られてくる画像に基づいて、ウエハＷの面内方向の位置ずれ量を算出し、面内位置ずれ量として装置制御ＰＣに送る。また、信号処理部４１は、測長センサ６から送られてくる距離に基づいて、ウエハＷの高さ方向の位置ずれ量を算出し、高さ位置ずれ量として装置制御ＰＣ４０に送る。

【００６２】

装置制御ＰＣ４０は、面内位置ずれ量、高さ位置ずれ量に基づいて、ウエハＷに必要な

位置調整量を算出し、ウエハＷに必要な位置調整量に基づいて、ピエゾ素子２に必要な移動調整量を算出する。このとき、装置制御ＰＣ４０は、ピエゾ素子２毎に移動調整量を算出してもよい。装置制御ＰＣ４０は、ピエゾ素子２毎に必要な移動調整量を移動要求に付加して、信号処理部４１に送る。

【００６３】

信号処理部４１は、装置制御ＰＣ４０からピエゾ素子２の移動要求が送られてくると、移動要求内に含まれているピエゾ素子２の移動調整量に基づいて、移動調整量に応じた電圧をピエゾ素子２に印加する。これにより、ピエゾ素子２が印加電圧に応じた位置まで移動する。そして、ピエゾ素子２がウエハＷの側面に当接してウエハＷを初期位置まで移動させることにより、ウエハＷのエンドエフェクタ１Ｘ上での位置が補正される。

【００６４】

ウエハＷの搬送中は、カメラ３、測長センサ６による画像の撮像と、装置制御ＰＣ４０によるウエハＷの位置ずれ検出が継続される。装置制御ＰＣ４０は、高さ方向の位置ずれ量が送られてくると、高さ位置ずれ量に基づいて、エンドエフェクタ１Ｘ上のウエハＷの保持状態を再判定する。また、装置制御ＰＣ４０は、ウエハＷの面内方向の位置ずれ量が送られてくると、面内位置ずれ量に基づいて、ウエハＷに必要な位置調整量を再算出し、ウエハＷに必要な位置調整量に基づいて、ピエゾ素子２に必要な移動調整量を再算出する。そして、装置制御ＰＣ４０は、ピエゾ素子２に必要な移動調整量を移動要求に付加して、信号処理部４１に送る。そして、信号処理部４１は、装置制御ＰＣ４０からピエゾ素子２の移動要求が送られてくると、移動要求内に含まれているピエゾ素子２の移動調整量に基づいて、移動調整量に応じた電圧をピエゾ素子２に印加する。これにより、ピエゾ素子２によってウエハＷのエンドエフェクタ１Ｘ上での位置が補正される。

【００６５】

搬送制御システム１０１では、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘ上に載置されている間、カメラ３および測長センサ６によるウエハＷの位置ずれ検出と、ピエゾ素子２によるウエハＷの位置ずれ補正が行われる。

【００６６】

なお、搬送制御システム１０１は、高さ位置ずれ量に基づいて、面内位置ずれ量を補正してもよい。例えば、ウエハＷが高さ方向にずれた場合と、ウエハＷが高さ方向にずれていない場合とでは、カメラ３が撮像する画像に差が生じる。したがって、装置制御ＰＣ４０は、ウエハＷの高さ方向の位置ずれ量分だけ、カメラ３が撮像した画像を補正する。これにより、装置制御ＰＣ４０は、正確な面内位置ずれ量を算出することが可能となる。

【００６７】

なお、本実施の形態では、装置制御ＰＣ４０が、面内位置ずれ量に基づいてピエゾ素子２に必要な移動調整量を算出する場合について説明したが、装置制御ＰＣ４０は、面内位置ずれ量が所定置以上である場合に、ピエゾ素子２への移動調整量として所定値を設定してもよい。

【００６８】

図７は、ウエハ位置制御系の制御ループを示す図である。ウエハＷは、エンドエフェクタ１Ｘに載置されると、例えば、ピエゾ素子２に、最低限のウエハ保持電圧が印加される。この状態で、アーム１１，１２などへの移動指令が出されると、ウエハＷの搬送が開始され、搬送中のウエハＷの位置が、エンドエフェクタ１Ｘに取り付けられたカメラ３で検出される。

【００６９】

具体的には、ウエハ位置制御系では、装置制御ＰＣ４０から信号処理部４１に移動調整量が付加された移動要求が送られる。信号処理部４１は、移動調整量に応じた電圧をピエゾ素子２に出力し、これによりピエゾ素子２が移動し、制御対象となっているウエハＷの位置補正が行われる。ウエハＷは、その側面でピエゾ素子２に当接しているので、ウエハＷには、静止摩擦力が働く。

【００７０】

また、ウエハＷは、カメラ３によって撮像され、測長センサ６によってウエハＷまでの距離が測定される。カメラ３によって撮像された画像を用いてウエハＷの面内位置ずれ量が算出されると、この面内位置ずれ量は装置制御ＰＣ４０に入力される。また、測長センサ６によって測定されたウエハＷまでの距離に基づいて、ウエハＷの高さ位置ずれ量が算出されると、この高さ位置ずれ量は装置制御ＰＣ４０に入力される。

【００７１】

装置制御ＰＣ４０は、ウエハＷの面内位置ずれ量に基づいて、ピエゾ素子２の移動調整量を算出し、移動調整量を指定した移動要求を信号処理部４１に送る。また、装置制御ＰＣ４０は、高さ位置ずれ量に基づいて、ウエハＷの保持異常を検出する。

【００７２】

半導体製造装置１００は、例えば成膜装置、エッチング装置、リソグラフィ装置などである。半導体装置（半導体集積回路）を製造する際には、フォトマスクなどのマスクが作製され、レジストの塗布されたウエハにマスクを用いて露光を行ない、その後ウエハＷを現像してウエハＷ上にレジストパターンが形成される。そして、レジストパターンをマスクとしてウエハＷの下層側がエッチングされる。これにより、レジストパターンに対応する実パターンがウエハＷ上に形成される。半導体装置を製造する際には、成膜処理、露光処理、現像処理、エッチング処理などがレイヤ毎に繰り返される。

【００７３】

なお、搬送ロボット１０を、半導体製造装置以外の装置に配置してもよい。例えば、搬送ロボット１０を、ウエハＷの検査装置、ウエハＷの試験装置などに配置してもよい。また、本実施の形態では、ウエハＷをエンドエフェクタ１Ｘに載置した際にピエゾ素子２によってウエハＷを保持したが、ピエゾ素子２は、ウエハＷに位置ずれを生じるまではウエハＷを保持せず、ウエハＷに位置ずれが生じた場合にウエハＷの位置を補正してもよい。

【００７４】

このように実施形態によれば、エンドエフェクタ１Ｘにカメラ３を設けているので、ウエハ搬送中のウエハＷの位置ずれを迅速に検出することが可能となる。また、ウエハＷがエンドエフェクタ１Ｘに載置されるとピエゾ素子２によってウエハＷを保持するので、ウエハＷの位置ずれや落下を防止することが可能となる。また、ウエハＷの位置ずれをカメラ３で検出し、ウエハＷの位置ずれが発生した場合には、ピエゾ素子２に与える電圧を調整するので、ピエゾ素子２によってウエハＷの位置を補正することができる。

【００７５】

また、ピエゾ素子２を用いてウエハＷの位置ずれを補正するので、搬送ロボット１０を停止させることなくウエハＷの搬送中にウエハＷの位置を補正することができる。したがって、半導体製造装置１００のスループットを向上させることが可能となる。また、測長センサ６によって、ウエハＷと測長センサ６との間の距離を測長しているので、ウエハＷの保持異常を検出できる。

【００７６】

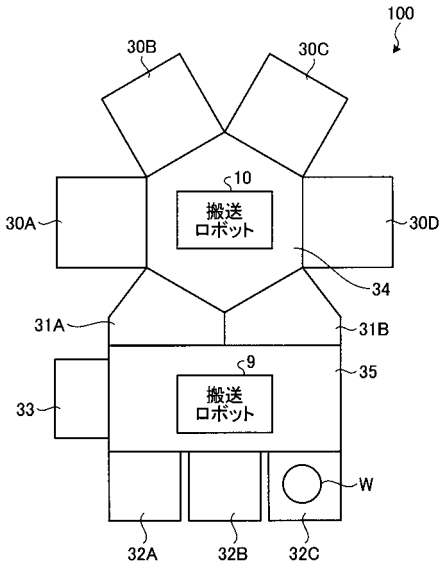
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

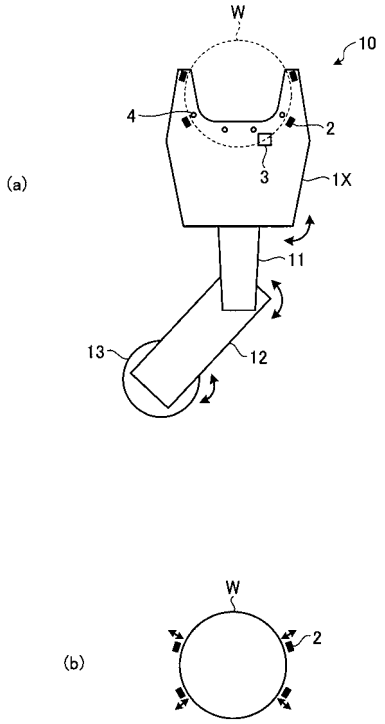
【００７７】

１Ｘ，１Ｙ…エンドエフェクタ、２…ピエゾ素子、３…カメラ、５Ｘ，５Ｙ…ラインセンサ、６…測長センサ、９，１０…搬送ロボット、２１，２２Ｘ，２２Ｙ…画像、４０…装置制御ＰＣ、４１…信号処理部、４２…動作コントローラ、４３…モータドライバ、１００…半導体製造装置、１０１…搬送制御システム、Ｗ…ウエハ。

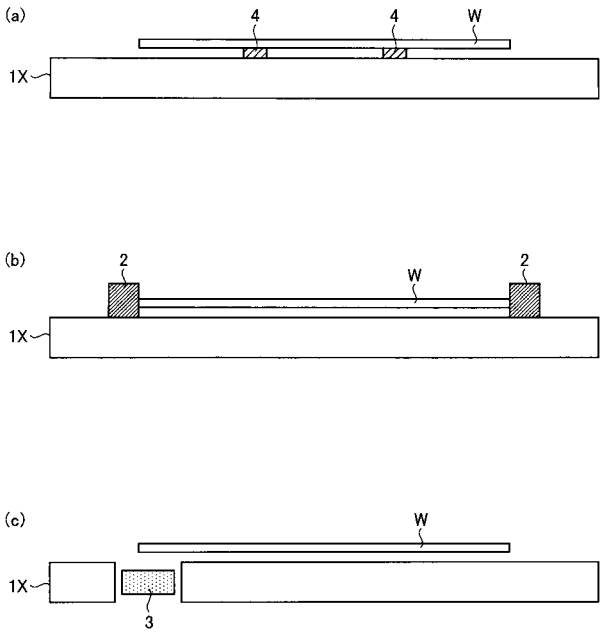
【図１】


100
30B
30C
10
搬送
ロボット
30A
30D
34
31A
31B
9
搬送
ロボット
35
33
W
32A
32B
32C

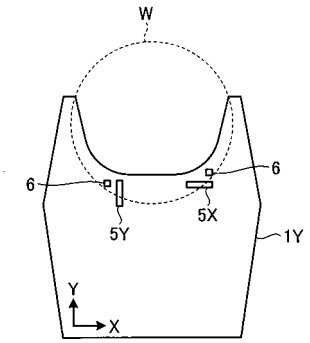
【図２】


(a)
W
10
4
2
3
1X
11
13
12
(b)
W
2

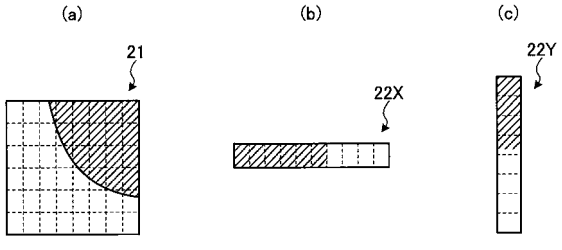
【図３】


(a)
4
4
W
1X
(b)
2
W
2
1X
(c)
W
1X
3

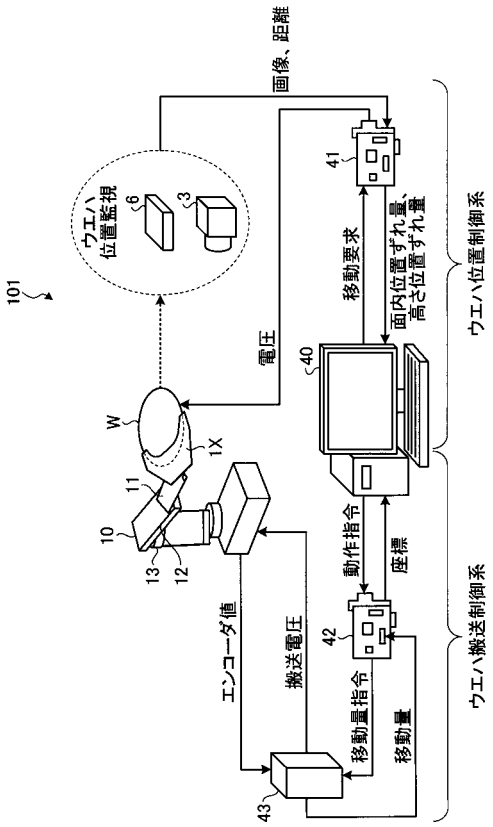
【図４】


W
6
6
5Y
5X
1Y
Y
X

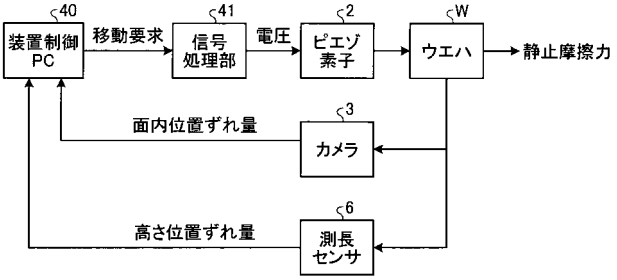
【図５】


(a)
(b)
(c)
21
22X
22Y

【図６】


101
ウエハ位置監視
6
3
画像、距離
41
移動要求
面内位置ずれ量、高さ位置ずれ量
ウエハ位置制御系
電圧
40
W
1X
11
10
13
12
動作指令
座標
エンコーダ値
搬送電圧
42
移動量指令
移動量
43
ウエハ搬送制御系

【図７】


40
装置制御PC
移動要求
41
信号処理部
電圧
2
ピエゾ素子
W
ウエハ
静止摩擦力
面内位置ずれ量
3
カメラ
高さ位置ずれ量
6
測長センサ