(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7211678号
(P7211678)

(45)発行日　令和5年1月24日(2023.1.24)

(24)登録日　令和5年1月16日(2023.1.16)

(51)国際特許分類

		FI		
H01L 21/68 (2006.01)		H01L	21/68	F
G01B 11/00 (2006.01)		G01B	11/00	H

請求項の数　36　外国語出願　（全53頁）

(21)出願番号　特願2019-169840(P2019-169840)
(22)出願日　令和1年9月18日(2019.9.18)
(65)公開番号　特開2021-44528(P2021-44528A)
(43)公開日　令和3年3月18日(2021.3.18)
審査請求日　令和4年9月16日(2022.9.16)
(31)優先権主張番号　16/570,453
(32)優先日　令和1年9月13日(2019.9.13)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
早期審査対象出願

(73)特許権者　505047094
ブルックス オートメーション インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01824 チェルムスフォード エリザベス ドライブ 15
(74)代理人　110001896
弁理士法人朝日奈特許事務所
(72)発明者　キャスパー ハンセン
アメリカ合衆国、94040 カリフォルニア州、マウンテン ビュー、ワインフィールド ドライブ 2729
審査官　内田 正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　基板整列の方法および装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体ウェハ搬送装置であって、
フレームと、
前記フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、前記少なくとも１つのエンドエフェクタは、前記少なくとも１つのエンドエフェクタが前記フレームに対して直線状に横断するように、前記搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームと、
前記搬送アームに連結され、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行するように構成される、光学式縁部検出センサと、
前記フレームに接続され、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの表面を照明するように構成される照明光源であって、その表面は前記ウェハの周縁部を描写し、前記照明光源は、前記表面が、前記照明光源から反射される面照明を前記光学式縁部検出センサの方向へと向け、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの直線状の横断と同時に、前記光学式縁部検出センサから見て、前記ウェハの前記周縁部において、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、前記光学式縁部検出センサに対して配置される、照明光源と、
を備え、
前記ウェハの前記周縁部は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成され、前記少なくとも１つ

のエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの直線状の横断と同時に、縁部検出をもたらすように、前記光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される、半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２】
前記エンドエフェクタは、前記フレームに対して第１方向に、前記搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項３】
前記エンドエフェクタは、前記搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する、請求項２記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項４】
前記光学式縁部検出センサは、各ウェハの縁部検出が、前記搬送アーム上の前記少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの前記第２方向の横断により、および、前記第２方向の横断と同時にもたらされるように構成される、請求項３記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項５】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサが、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項６】
前記光学式縁部検出センサは、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられ、前記光学式縁部検出センサは、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項７】
前記光学式縁部検出センサは、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項８】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野が、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの後側表面に向けられ、前記背景が前記ウェハの上方にあるように、配置される、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項９】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野が、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの前側表面に向けられ、前記背景が前記ウェハの下方にあるように、配置される、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１０】
前記背景に配置され、前記光学式縁部検出センサから見て、前記背景反射光を光学的に空白化するように、配置される、コントラスト面をさらに備える、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１１】
前記コントラスト面は、前記ウェハ表面反射と前記光学的に空白化された背景との間で、および、前記ウェハ表面反射と前記光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストを形成するようにグレースケールまたは暗色であり、前記コントラスト面は、前記周縁部を浮き彫りにして画定する前記光学式縁部検出センサによって記録される、請求項１０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１２】
前記コントラスト面は、前記コントラスト面が、前記フレームに対して前記搬送アームと共にユニットとして移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項１０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【請求項１３】
前記コントラスト面は、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられ、前記コントラスト面は、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通背景を形成する、請求項１０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１４】
前記コントラスト面は、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記コントラスト面は、前記コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項１０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１５】
前記照明光源は、バックライト付きの前景コントラスト面を備える、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１６】
前記照明光源は、前景コントラスト面および投光器を備える、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１７】
前記照明光源は、前記照明光源が、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１８】
前記照明光源は、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように前記搬送アームに取り付けられ、前記照明光源は、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項１９】
前記照明光源は、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記照明光源は、前記照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２０】
半導体ウェハ搬送装置であって、
フレームと、
前記フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、前記少なくとも１つのエンドエフェクタは、前記少なくとも１つのエンドエフェクタが前記フレームに対して直線状に横断するように、前記搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームと、
前記搬送アームに連結され、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行するように構成される、光学式縁部検出センサと、
前記フレームに接続され、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの表面から反射されるコントラスト面を照明するように構成される照明光源であって、その表面は前記ウェハの周縁部を描写し、前記コントラスト面は、前記表面から前記光学式縁部検出センサの方向へと向けられる前記反射されるコントラスト面が、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの直線状の横断と同時に、前記光学式縁部検出センサから見て、前記ウェハの前記周縁部において、前記ウェハの前記表面からの背景光反射を光学的に空白化するように、前記光学式縁部検出センサに対して配置される、照明光源と、
を備え、
前記ウェハの前記周縁部は、前記反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、前記反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成され、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持される前記ウェハの直線状の横断と同時に縁部検

出をもたらすように、前記光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される、半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２１】
前記エンドエフェクタは、前記フレームに対して第１方向に、前記搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２２】
前記エンドエフェクタは、前記搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する、請求項２１記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２３】
前記光学式縁部検出センサは、各ウェハの縁部検出が、前記搬送アーム上の前記少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの前記第２方向の横断により、および、前記第２方向の横断と同時にもたらされるように構成される、請求項２２記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２４】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサが、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２５】
前記光学式縁部検出センサは、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように前記搬送アームに取り付けられ、前記光学式縁部検出センサは、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２６】
前記光学式縁部検出センサは、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２７】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野が、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの後側表面に向けられ、前記コントラスト面が、前記ウェハの下方にあるように、配置される、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２８】
前記光学式縁部検出センサは、前記光学式縁部検出センサの視野が前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの前側表面に向けられ、前記コントラスト面は、前記ウェハの上方にあるように、配置される、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項２９】
前記照明される背景を少なくとも部分的に形成し、前記ウェハの、前記コントラスト面の反対側に配置される背景コントラスト面をさらに備える、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項３０】
前記コントラスト面は、前記反射されるコントラスト面と前記照明される背景との間で、および、前記反射されるコントラスト面と前記照明される背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、前記コントラスト面は、前記周縁部を浮き彫りにして画定する前記光学式縁部検出センサによって記録される、請求項２９記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項３１】
前記コントラスト面は、前記コントラスト面が、前記フレームに対して前記搬送アームと共にユニットとして移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。
【請求項３２】

前記コントラスト面は、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記コントラスト面は、前記コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【請求項３３】

前記照明光源は、前記コントラスト面を背面照明するように構成される、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【請求項３４】

前記照明光源は、前記照明光源が、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられる、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【請求項３５】

前記照明光源は、前記搬送アームと共にユニットとして前記フレームに対して移動するように、前記搬送アームに取り付けられ、前記照明光源は、前記少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【請求項３６】

前記照明光源は、前記フレームに固定的に取り付けられ、前記照明光源は、前記照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、前記エンドエフェクタにより支持される前記ウェハの縁部検出をもたらす、請求項２０記載の半導体ウェハ搬送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

例示的実施形態は、概して、半導体処理装置に関し、より具体的には、半導体基板整列に関する。

【背景技術】

【０００２】

半導体製造においては、半導体ウェハなどの基板は、処理および識別の追跡を含む多くの動作の前に、特定の向きに整列される必要がある。一般的に、基板は、回転アライナを用いて、または背面照明される基板を撮像することにより整列される。回転アライナは、基板の縁部を回転させ、縁部は、基板上のノッチの外形を識別するために、撮像システムにより視認される。背面照明される基板の撮像もまた、撮像システムを用いてのノッチの外形の識別を含むが、回転アライナを用いる場合のように基板が回転される必要はない。これらのアライメント工程は、ライン基板処理のフロントエンドでは良く機能するが、バックエンド基板処理では問題となる可能性がある。

【０００３】

バックエンド基板処理では、基板は、成形基板の形態であり得る。成形基板は、たとえば、成形工程にて基板の上部またはフロントサイドがエポキシで被覆され、基板の底面のみが視認可能である標準の基板である。成形工程は、また、基板のノッチをエポキシで充填し、それによって、上記の回転アライメント方法および背面照明アライメント方法が、ノッチの外形を識別することが妨げられる（すなわち、ノッチの外形が見えなくなる、または、検出することが難しくなる）。

【発明の概要】

【０００４】

以下において、添付の図面に関連して、開示する実施形態の前述の態様および他の特徴を説明する。

【図面の簡単な説明】

【０００５】

【図１Ａ】本開示の態様を組み込む、例示的な基板処理システムである。

【図１Ｂ】本開示の態様を組み込む、例示的な基板処理システムである。

【図１Ｃ】本開示の態様を組み込む、例示的な基板処理システムである。
【図２Ａ】本開示の態様を組み込む、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略的斜視図である。
【図２Ｂ】本開示の態様を組み込む、図２Ａの基板搬送部の一部の概略的斜視図である。
【図２Ｃ】本開示の態様による基板搬送アームの概略図である。
【図２Ｄ】本開示の態様による基板搬送アームの概略図である。
【図２Ｅ】本開示の態様による基板搬送アームの概略図である。
【図２Ｆ】本開示の態様による基板搬送アームの概略図である。
【図２Ｇ】本開示の態様による基板搬送アームの概略図である。
【図２Ｈ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｉ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｊ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の概略図である。
【図２Ｋ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｌ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｍ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｎ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｏ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｐ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｑ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｒ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｓ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｔ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｕ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｖ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｗ】本開示の態様による、図１Ａ～１Ｃの基板搬送部の一部の概略図である。
【図２Ｘ】本開示の態様による、検出される成形ウェハの成形材中の基板特徴アーチファクトの概略図である。
【図３Ａ】本開示の態様による、図２Ａの基板搬送部の撮像素子を通して見た基板の一部の概略図である。
【図３Ｂ】本開示の態様による、図３Ａに示す基板の部分の処理画像の概略図である。
【図３Ｃ】本開示の態様による、極座標空間に変換された図３Ｂの処理画像の概略図である。
【図４Ａ】本開示の態様を組み込む、図１Ａおよび１Ｂの基板搬送部の一部の概略図である。
【図４Ｂ】本開示の態様による、図２Ａの基板搬送部の撮像素子を通してみた基板の一部の概略図である。
【図５Ａ】本開示の態様を組み込む、図１Ａおよび１Ｂのアライナの一部の概略図である。
【図５Ｂ】本開示の態様による、図５Ａのアライナの撮像素子を通して見た基板の一部の概略図である。
【図６Ａ】本開示の態様による、基板の概略図である。
【図６Ｂ】本開示の態様による、基板の一部の極座標空間への変換の概略図である。
【図７】本開示の態様による方法のフローチャートである。
【図８】本開示の態様による方法のフローチャートである。
【図９】本開示の態様による方法のフローチャートである。
【図１０Ａ】本開示の態様による、例示的な処理システムの概略図である。
【図１０Ｂ】例示的な従来の処理システムの概略図である。
【図１１】本開示の態様による、図１０Ａおよび１０Ｂの処理システムの移送時間を比較する表である。
【図１２Ａ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１２Ｂ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。

【図１２Ｃ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１２Ｄ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１３Ａ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１３Ｂ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１３Ｃ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１３Ｄ】本開示の態様による、マシンビジョンシステムの一部の概略図である。
【図１４】本開示の態様による（１つまたは複数の）方法のフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【０００６】
図１Ａ、１Ｂ、および１Ｃは、本開示の態様による例示的な基板処理装置１００、１５０、１６５を図示する。本開示の態様を、図面を参照して説明するが、本開示の態様は、多くの形態で具現化され得ることが理解されるべきである。さらに、任意の適切なサイズ、形状もしくは種類の要素または材料が使用され得る。
【０００７】
本開示の態様は、基板Ｓの整列のための装置および方法を提供する。基板Ｓは、限定されないが、半導体ウェハ、フラットパネルディスプレイ、または他の任意の適切な半導体基板を含む任意の適切な基板であってもよい。本開示の態様は、１つまたは複数の半導体プロセスにも利用されてもよい。たとえば、本開示の態様は、ラインプロセスのフロントエンド１４０にて利用されてもよい（たとえば、概して、エッチング、化学蒸着、プラズマ蒸着、注入、計測、急速熱処理、ドライストリップ原子層、酸化／拡散、窒化物の形成、リソグラフィ、エピタキシャル成長などの、真空を使用する薄膜プロセス、または、含まないが、金属相互接続層の堆積までの、半導体にパターニングされる個別の半導体構造の製造のための他の薄膜プロセスを含む）。本開示の態様は、ラインプロセスのバックエンド１６０に利用されてもよい（たとえば、概して、ラインプロセスのフロントエンド１４０により形成される半導体構造の金属相互接続層の製造に関連し、ラインプロセスのフロントエンドの後、最終のパッシベーション層の製造まで、および最終のパッシベーション層の製造を含む任意の適切な処理ステップを含む）。本開示の態様は、バックエンドプロセス１７０（たとえば、概して、基板の検査、基板の裏面研削、ダイスの分割、ダイスの検査、ＩＣ（集積回路）のパッケージング、および最終検査を含む）で利用されてもよい。
【０００８】
一態様では、本開示は、１つの基板保持場所から別の基板保持場所への、搬送中の／基板Ｓの直線状の横断および／または円弧上の横断と同時の（すなわち、基板搬送部１８０の基板ホルダにより運搬／保持される間のオンザフライ方式の）、基板搬送部１８０により保持される基板Ｓの搭載中の整列のための、基板搬送部１８０上のその場（in-situ）アライナを提供する。他の本開示の態様は、固定式基板整列ステーションを提供し、基板搬送部１８０は、固定式基板整列ステーションへと基板Ｓを整列のために搬送する。
【０００９】
本開示の態様は、マシンビジョンシステムを含み、マシンビジョンシステムは、ノッチおよび／または他の特徴部の外形が、基板Ｓの前側表面ＴＳを被覆するエポキシ（バックエンドプロセス１７０に使用される成形材３７０（図３Ａ）など）により遮られている／充填されているかどうかにかかわらず（すなわち、基板が、成形基板であるかどうかにかかわらず）、基板内のノッチ３５０（図３Ａ）および／または他の適切な特徴部を識別するように、基板Ｓの少なくとも一部の、制御された高コントラスト画像を提供する。マシンビジョンシステムは、本明細書において説明するコントラスト面などの要素を含み、その要素は、基板Ｓのノッチ３５０および／または他の特徴部の場所を識別するために、基板Ｓの一部の画像が任意の適切な方法で取り込まれて、解析されるように、基板Ｓの高反射表面（たとえば、バックエンドプロセス１７０の場合は底表面ＢＳ、またはラインプロセスのフロントエンド１５０およびラインプロセスのバックエンド１６０の場合は、たとえば前側表面ＴＳまたは底表面ＢＳのいずれか）の、制御された（たとえば、ノッチ３５

０および／または他の特徴部を不明瞭にする特徴のない）コントラスト画像を提供する。基板Ｓの中心ＳＣのずれ角度および設定位置ずれ（registration shift）、ならびに基板Ｓの縁部形状（たとえば基板Ｓの直径を含む）は、基板Ｓの一部の画像およびノッチ３５０の場所から、任意の適切な方法で判定されてもよい。

【００１０】

図１Ａを参照すると、基板処理装置１００は、ロードポート１２０、搬送室１３０、および既に説明した任意の適切なラインプロセスのフロントエンド１４０を含む。ロードポート１２０は、搬送室１３０に連結され、任意の適切な基板キャリヤ１１０を搬送室１３０に接続する（interface）ように構成される。搬送室１３０は、ラインプロセスのフロントエンド１４０に連結され、任意の適切な開口部および／またはバルブを含み、開口部および／またはバルブを通って、基板が搬送室１３０とラインプロセスのフロントエンド１４０との間を通過する。搬送室１３０は、キャリヤ１１０とラインプロセスのフロントエンド１４０との間で基板を移送するように構成される基板搬送部１８０を含む。キャリヤ１１０は、正面開口式キャリヤ（図１Ａおよび１Ｂに図示され、その適切な例は、正面開口式一体型ポッド（ＦＯＵＰ）である）または底面開口式キャリヤ（その適切な例は、スタンダードメカニカルインターフェース（ＳＭＩＦ）ポッドである）などの任意の適切なキャリヤ１１０であってもよい。一態様では、キャリヤ１１０は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２０１５年８月１１日発行の（「Ｓｉｄｅ　Ｏｐｅｎｉｎｇ　Ｕｎｉｆｉｅｄ　Ｐｏｄ」と題される）米国特許第９，１０５，６７３号明細書に記載されるものに実質的に類似であってもよい。一態様では、搬送室１３０は、ラインプロセスのフロントエンド１４０のものと同じ雰囲気（たとえば真空雰囲気）を有するが、他の態様では、搬送室は、大気環境を有し、ラインプロセスのフロントエンド１４０は、ラインプロセスのフロントエンド１４０の処理雰囲気の劣化なしに、ラインプロセスのフロントエンド１４０と搬送室１３０との間で基板Ｓを移送するために、任意の適切なロードロックを含む。

【００１１】

図１Ｂを参照すると、基板処理装置１５０は、ロードポート１２０、搬送室１３０、および既に説明した任意の適切なラインプロセスのバックエンド１６０を含む。ロードポート１２０は、搬送室１３０に連結され、任意の適切な基板キャリヤ１１０を搬送室１３０に接続するように構成される。搬送室１３０は、ラインプロセスのバックエンド１６０に連結され、任意の適切な開口部および／またはバルブを含み、開口部および／またはバルブを通って、基板が搬送室１３０とラインプロセスのバックエンド１６０との間を通過する。搬送室１３０は、キャリヤ１１０とラインプロセスのバックエンド１６０との間で基板を移送するように構成される基板搬送部１８０を含む。キャリヤ１１０は、正面開口式キャリヤ（図１Ａおよび１Ｂに図示され、その適切な例は、正面開口式一体型ポッド（ＦＯＵＰ）である）または底面開口式キャリヤ（その適切な例はスタンダードメカニカルインターフェース（ＳＭＩＦ）ポッドである）などの任意の適切なキャリヤ１１０であってもよい。一態様では、キャリヤ１１０は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２０１５年８月１１日発行の（「Ｓｉｄｅ　Ｏｐｅｎｉｎｇ　Ｕｎｉｆｉｅｄ　Ｐｏｄ」と題される）米国特許第９，１０５，６７３号明細書に記載されるものに実質的に類似であってもよい。一態様では、搬送室１３０は、ラインプロセスのバックエンド１６０のものと同じ雰囲気（たとえば真空雰囲気）を有するが、他の態様では、搬送室は、大気環境を有し、ラインプロセスのバックエンド１６０は、ラインプロセスのバックエンド１６０の処理雰囲気の劣化なしに、ラインプロセスのバックエンド１６０と搬送室１３０との間で基板Ｓを移送するために、任意の適切なロードロックを含む。

【００１２】

図１Ｃを参照すると、基板処理装置１６５は、ロードポート１２０、搬送室１３０、および既に説明した任意の適切なバックエンドプロセス１７０を含む。ロードポート１２０は、搬送室１３０に連結され、任意の適切な基板キャリヤ１１０を搬送室１３０に接続するように構成される。搬送室１３０は、ラインプロセスのバックエンドプロセス１７０に

連結され、任意の適切な開口部および／またはバルブを含み、開口部および／またはバルブを通って、基板が搬送室１３０とラインプロセスのバックエンドプロセス１７０との間を通過する。搬送室１３０は、キャリヤ１１０とバックエンドプロセス１７０との間で基板を移送するように構成される基板搬送部１８０を含む。キャリヤ１１０は、正面開口式キャリヤ（図１Ａおよび１Ｂに図示され、その適切な例は、正面開口式一体型ポッド（ＦＯＵＰ）である）または底面開口式キャリヤ（その適切な例はスタンダードメカニカルインターフェース（ＳＭＩＦ）ポッドである）などの任意の適切なキャリヤ１１０であってもよい。一態様では、キャリヤ１１０は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２０１５年８月１１日発行の（「Ｓｉｄｅ Ｏｐｅｎｉｎｇ Ｕｎｉｆｉｅｄ Ｐｏｄ」と題される）米国特許第９，１０５，６７３号明細書に記載されるものに実質的に類似であってもよい。

【００１３】

次に、図２Ｊを参照すると、本開示の態様を、大気搬送ロボット１８０（本明細書においては基板搬送部と呼称される）に関して説明するが、開示する実施形態の態様は、真空搬送ロボットにも等しく適用可能であることが理解されるべきである。理解できるように、基板搬送部１８０は、少なくともＸおよび／またはＹ方向に移動可能であるように、リニアスライド（以下においてより詳細に説明する）またはブームアーム（その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、「Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ａｐｐａｒａｔｕｓ」と題される、２０１４年８月１１日に出願の米国特許出願第１４／３７７，９８７号明細書に記載される）に取り付けられるが、他の態様では、基板搬送部１８０は、基板搬送部１８０の基部２４０が、Ｘおよび／またはＹ方向の移動から固定されるように取り付けられる。示される構成は、説明目的のみのための代表的なものであり、図示される構成用の配置、形状および設置は、要求に応じて、本発明の範囲から逸脱することなく変化してもよい。

【００１４】

図２Ｊに見られるように、一態様では、基板搬送部１８０は、搬送室１３０のフレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられ、または、他の態様では、ラインプロセスのフロントエンドモジュールのフレーム、またはラインプロセスのバックエンドモジュールのフレームなどの、基板処理ツールの任意の適切なモジュールのフレームに取り付けられる。この態様では、基板搬送部１８０は、Ｘ、Ｙ、Ｚ、θおよびＲ（基板ホルダまたはエンドエフェクタの伸長）軸のうちの１つまたは複数に沿って基板を移動させるために、任意の適切な数の駆動軸を含む。たとえば、基板搬送部１８０は、搬送アーム１８０ＴＡを含み、一態様では、搬送アーム１８０ＴＡは、フレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられるように、キャリッジ２４１に取り付けられる。キャリッジ２４１は、一態様では、Ｘ方向に移動可能であるようにスライド２４１Ｓに取り付けられるが、他の態様では、キャリッジ２４１は、Ｘ（および／またはＹ方向）に固定されるように、フレーム１３０Ｆに取り付けられる。一態様では、任意の適切な駆動装置２４２は、フレーム１３０Ｆに取り付けられ、基部２４０をＸ方向に移動させるために、任意の適切な伝動部２４２Ｔによりキャリッジ２４１に駆動連結される。この態様では、伝動部２４２Ｔは、ベルトおよびプーリ伝動部であり、駆動装置２４２は、回転駆動装置であるが、他の態様では、駆動装置２４２は、任意の適切な伝動部を有して、または伝動部なしで（たとえばキャリッジが、リニアアクチュエータの駆動部を含む場合など）キャリッジ２４１に駆動連結されるリニアアクチュエータである。

【００１５】

図２Ａも参照すると、本開示の態様による基板搬送部１８０が図示される。基板搬送部１８０は、たとえば、図２Ｄに示すリニアスライド搬送アーム２１４、または任意の適切なアームリンク機構（図２Ｃ～２Ｆに図示するものなど）を有する他の任意の適切なアームなどの、（１つまたは複数の）任意の適切な搬送アーム１８０ＴＡを含む。アームリンク機構の適切な例は、たとえば、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２００９年８月２５日発行の米国特許第７，５７８，６４９号明細書、１９９８年８

月１８日発行の米国特許第５，７９４，４８７号明細書、２０１１年５月２４日発行の米国特許第７，９４６，８００号明細書、２００２年１１月２６日発行の米国特許第６，４８５，２５０号明細書、２０１１年２月２２日発行の米国特許第７，８９１，９３５号明細書、２０１３年４月１６日発行の米国特許第８，４１９，３４１号明細書、および「Ｄｕａｌ　Ａｒｍ　Ｒｏｂｏｔ」と題される、２０１１年１１月１０日出願の米国特許出願第１３／２９３，７１７号明細書、「Ｌｉｎｅａｒ　Ｖａｃｕｕｍ　Ｒｏｂｏｔ　ｗｉｔｈ　Ｚ　Ｍｏｔｉｏｎ　ａｎｄ　Ａｒｔｉｃｕｌａｔｅｄ　Ａｒｍ」と題される、２０１３年９月５日出願の米国特許出願第１３／８６１，６９３号明細書、２０１０年１月１９日発行の米国特許第７，６４８，３２７号明細書（「Ｗａｆｅｒ　Ｅｎｇｉｎｅ」と題される）、２０１９年１月２５日出願の米国特許出願第１６／２５７，５９５号明細書（「Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｗａｆｅｒ　Ｃｅｎｔｅｒｉｎｇ　Ｍｅｔｈｏｄ　ａｎｄ　Ａｐｐａｒａｔｕｓ」と題される）、および２０１５年１０月３０日出願の米国特許出願第１４／９２８，３５２号明細書（「Ｗａｆｅｒ　Ａｌｉｇｎｅｒ」と題される）に見ることができる。

【００１６】

開示する実施形態の態様では、少なくとも１つの移送アーム１８０ＴＡは、アッパーアーム、バンド駆動フォアアームおよびバンド拘束エンドエフェクタ含む従来のＳＣＡＲＡ（水平多関節ロボット）型設計であっても、それに由来するものであってもよく（図２ＧのＳＣＡＲＡアーム２１９参照）、あるいは、カーテシアン型リニアスライドアーム（たとえば、図２Ａ）などの伸縮式アームまたは他の任意の適切なアーム設計に由来するものであってもよく、そのような任意の設計構成は、スライド体２２０、アライナ１８１、および本明細書においてさらに説明する（１つまたは複数の）基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂも含む。たとえば一態様では、スライド体２２０は、任意の適切な関節搬送アームのアームリンクに取り付けられる。搬送アームの適切な例は、たとえば、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、「Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ　Ｔｒａｎｓｐｏｒｔ　Ａｐｐａｒａｔｕｓ　ｗｉｔｈ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅ　Ｍｏｖａｂｌｅ　Ａｒｍｓ　Ｕｔｉｌｉｚｉｎｇ　ａ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｓｗｉｔｃｈ　Ｍｅｃｈａｎｉｓｍ」と題される、２００８年５月８日出願の米国特許出願第１２／１１７，４１５号明細書、および２０１０年１月１９日発行の米国特許第７，６４８，３２７号明細書にみることができる。移送アームの動作は、互いから独立してもよく（たとえば、各アームの伸長／収縮が、互いのアームから独立する）、ロストモーションスイッチにより動作されてもよい、またはアームが少なくとも１つの共通駆動軸を共有するような任意の適切な方法で、動作可能に連結されてもよい。さらに他の態様では、搬送アームは、フロッグレッグアーム２１６（図２Ｃ）構成、リープフロッグアーム２１７（図２Ｆ）構成、左右対称アーム２１８（図２Ｅ）構成などの、他の任意の望ましい配置を有してもよい。搬送アームの適切な例は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２００１年５月１５日発行の米国特許第６，２３１，２９７号明細書、１９９３年１月１９日発行の米国特許第５，１８０，２７６号明細書、２００２年１０月１５日発行の米国特許第６，４６４，４４８号明細書、２００１年５月１日発行の米国特許第６，２２４，３１９号明細書、１９９５年９月５日発行の米国特許第５，４４７，４０９号明細書、２００９年８月２５日発行の米国特許第７，５７８，６４９号明細書、１９９８年８月１８日発行の米国特許第５，７９４，４８７号明細書、２０１１年５月２４日発行の米国特許第７，９４６，８００号明細書、２００２年１１月２６日発行の米国特許第６，４８５，２５０号明細書、２０１１年２月２２日発行の米国特許第７，８９１，９３５号明細書、２０１９年１月２５日出願の米国特許出願第１６／２５７，５９５号明細書（「Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｗａｆｅｒ　Ｃｅｎｔｅｒｉｎｇ　Ｍｅｔｈｏｄ　ａｎｄ　Ａｐｐａｒａｔｕｓ」と題される）、２０１１年１１月１０日出願の米国特許出願第１３／２９３，７１７号明細書（「Ｄｕａｌ　Ａｒｍ　Ｒｏｂｏｔ」と題される）、２０１１年１０月１１日出願の米国特許出願第１３／２７０，８４４号明細書（「Ｃｏａｘｉａｌ　Ｄｒｉｖｅ　Ｖａｃｕｕｍ　Ｒｏｂｏｔ」と題される）、に見ることが出来る。

【００１７】

図２Ａをさらに参照すると、基板搬送部１８０は、回転駆動装置２６２、Ｚ駆動カラム２８０、スライド体２２０および１つまたは複数の基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ（エンドエフェクタとも呼称される）を含む。回転駆動装置２６２は、搬送室１３０のフレーム１３０Ｆまたは搬送室１３０のスライドキャリッジ２４１に取り付けられる任意の適切な回転駆動装置であり、スライドキャリッジ２４１は、搬送室１３０の長さに沿って基板搬送部１８０を直線状に移動させるように構成される。基板搬送部は、θ軸の周りを矢印Ｔの方向（たとえばθ方向、図２Ｈも参照）に回転するように回転駆動装置２６２の出力部に取り付けられるＺ駆動カラム２８０を含んでもよい。スライド体２２０は、Ｚ駆動カラム２８０に移動可能に取り付けられ、Ｚ駆動カラム２８０は、スライド体２２０をＺ方向に移動させるための、任意の適切な駆動モータおよび／または伝動部を含む。理解できるように、スライド体２２０に対するＺ駆動カラム２８０の相対位置は、以下においてさらに説明するように、アライナ１８１により基板の検出がもたらされるために十分な、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂおよび基板Ｓの横断のために十分な間隙を提供する。

【００１８】

１つまたは複数の（少なくとも１つの）基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂは、Ｒ方向に伸長および収縮するように、任意の適切な方法でスライド体２２０に移動可能に取り付けられる。２つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂが、例示目的のみのために図示されているが、任意の適切な数の基板ホルダが、スライド体２２０に取り付けられてもよい（すなわち、スライド体２２０に従属し、スライド体２２０に沿って移動／摺動するように、スライド体２２０に連結される）ことが理解されるべきである。たとえば、一態様では、本明細書において説明する方法で、（１つまたは複数の）基板の搬送および整列をもたらすためにスライド体２２０に取り付けられる単一の基板ホルダが存在する。他の態様では、本明細書において説明する方法で、（１つまたは複数の）基板の搬送および整列をもたらすためにスライド体２２０に取り付けられる３つ以上の基板ホルダが存在する。

【００１９】

理解できるように、１つまたは複数の基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂは、搬送アーム１８０ＴＡと共にユニットとして、フレーム１３０Ｆに対して第１方向（たとえばＸ、ＹおよびＺ方向のうちの１つまたは複数）に横断し、搬送アーム１８０ＴＡに対して、第１方向とは異なる第２方向（たとえばＲ方向）に直線状に横断する。スライド体２２０は、各基板ホルダ２００Ａ、２００ＢをＲ方向に独立して移動させるように構成される、１つまたは複数のリニア駆動装置２２５を含む。１つまたは複数のリニア駆動装置２２５は、一態様では、たとえば、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる２０１８年１１月２０日に発行の米国特許第１０，１３４，６２１号明細書（「Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ　Ｔｒａｎｓｐｏｒｔ　Ａｐｐａｒａｔｕｓ」と題される）に記載されるものに実質的に類似である、任意の適切な伝動部を有する（１つまたは複数の）任意の適切な駆動装置である。基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂは、伸長および収縮の共通軸Ｒを有するように、互いに重なるようにスライド体２２０上に配置される。

【００２０】

本開示の態様によると、基板処理装置１００、１５０、１６５は、本明細書において説明する、基板を整列させるためのアライナ１８１を含む。一態様では、アライナ１８１は、基板搬送部１８０上でその場（in-situ）であってもよいが、他の態様では、アライナ１８１の少なくとも一部は、基板搬送部１８０の外側に（off-board）配置されてもよく、またはアライナ１８１は、固定式基板整列ステーションであってもよい。なお、基板搬送部１８０およびアライナ１８１は、搬送室１３０内に位置して図示されているが、他の態様では、基板搬送部１８０およびアライナ１８１は、限定されないが、ラインプロセスのフロントエンド１４０の処理モジュール、ラインプロセスのバックエンド１６０の処理モジュール、および／またはバックエンドプロセス１７０の処理モジュールを含む、基板処理装置１００、１５０、１６５の任意の適切な部分に位置してもよい。

【００２１】

アライナ１８１は、１つまたは複数の画像センサ２７０および１つまたは複数の制御表

面２７１（本明細書において、コントラスト面とも呼称される）を含む整列／マシンビジョンシステムである。一態様では、図２Ａおよび２Ｂを参照すると、アライナ１８１は、（スライド体２２０上など）搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられる１つまたは複数の画像センサ２７０と、１つまたは複数の制御表面２７１とを含む。一態様では、画像センサ２７０は、１つまたは複数の画像センサ２７０が、搬送アーム１８０ＴＡと共にユニットとしてフレーム１３０Ｆに対して移動するように、搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられるが、他の態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０は、搬送アーム１８０ＴＡが、画像センサ２７０から独立して移動するように、フレーム１３０Ｆに固定される。なお、１つまたは複数の画像センサ２７０は、１つまたは複数の画像センサ２７０が、本明細書において説明するように、搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられるか、フレーム１３０Ｆに固定されるかに応じて、別様に較正されてもよい（たとえば、基板搬送部の参照フレーム内で較正されるか、または全体の参照フレーム内で較正されてもよい）。

【００２２】

１つまたは複数の画像センサ２７０（本明細書において、光学式縁部検出センサとも呼称される）は、任意の適切な撮像センサ／カメラであってもよい。たとえば、撮像センサ／カメラは、領域走査またはライン走査を利用するインターレーススキャン構成またはプログレッシブスキャン構成を有するアナログまたはデジタル装置であってもよい。撮像センサ／カメラは、モノクロまたはカラー画像を取り込むように構成されてもよい。撮像センサ／カメラは、グローバルシャッター（たとえば高速移動で使用される）またはローリングシャッターを有して構成されてもよい。撮像センサ／カメラは、本明細書において説明する基板Ｓの特徴部を撮像するための任意の適切なフレームレートおよび解像度を有してもよい。撮像センサ／カメラの適切な例には、限定されることはなく、ＣＣＤ（電荷結合素子）センサ／撮像素子、ＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）センサ／撮像素子、または他の任意の適切な撮像センサが含まれる。

【００２３】

さらに図２Ａおよび２Ｂを参照すると、一態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０は、搬送アーム１８０ＴＡに連結され、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの縁部検出を記録および実行するように構成される。１つまたは複数の画像センサ２７０は、ウェハ径、整列基準ＦＩＤ（たとえば、ノッチ／フラット、マークまたは他の特徴部）場所の位置、ウェハ中心線の場所、ウェハ中心ＳＣの場所、または基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより運搬される（１つまたは複数の）ウェハに関する、他の任意の適切な情報などの、基板Ｓの１つまたは複数の所定の特徴を判定するために、基板Ｓの縁部ＳＥを測定／検出するように、配置される。理解できるように、この態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０は、搬送アーム１８０と共にユニットとしてフレーム１３０Ｆに対して移動するように、搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられ、１つまたは複数の画像センサ２７０は、１つまたは複数の基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより同時に支持される２つ以上のウェハＳの各基板のオンザフライ方式の縁部の検出／整列をもたらす共通センサである（たとえば、各基板ホルダ２００Ａ、２０Ｂと、その上で運搬される基板Ｓとに共通である）。

【００２４】

以下においてより詳細に説明するように、１つまたは複数の画像センサ２７０は、各基板のオンザフライ方式の縁部検出が、基板搬送部１８０上における２つ以上の基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの各基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの、第２方向の直線状の横断により、および、第２方向の直線状の横断と同時にもたらされるように構成される。たとえば、各基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの、第２方向の（たとえば、伸長および収縮軸Ｒに沿った）横断により、（１つまたは複数の）基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより同時に支持される２つ以上の基板Ｓのうちの、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上に載置される、対応する基板Ｓが、基板Ｓの少なくとも縁部ＳＥの検出をもたらす１つまたは複数の画像センサ２７０に対して、直線状に搬送される。

【００２５】

既に説明したように、１つまたは複数の画像センサ２７０は、ウェハの縁部の位置、および／または以下においてより詳細に説明するウェハ基準（たとえば、ノッチ）を測定／検出するように構成される撮像装置である。一態様では、（１つまたは複数の）画像センサ２７０は、基板Ｓの縁部ＳＥの（前縁部および後縁部などの）任意の適切な部分を検出し、そこから基板搬送部１８０の参照フレーム、基板処理装置１００、１５０、１６５の全体の参照フレームおよび／または任意の適切な基板保持ステーションの参照フレームなどの、所定の参照フレームに対しての、基板の場所および位置ずれを識別するように構成される。一例として、（１つまたは複数の）画像センサ２７０は、（たとえば基板Ｓの縁部ＳＥの円弧を画定する複数の点の検出、または基板Ｓの縁部ＳＥの連続もしくは略連続スキャンにより達成される）基板Ｓの縁部ＳＥの円弧（たとえば図３Ｂおよび６Ａ参照）を検出するように構成される。別の態様では、（１つまたは複数の）画像センサ２７０は、たとえば、英数字識別子、二次元コード、または基板Ｓ上に位置する他の適切な識別標識などの基板識別マーク特徴部を読み取るように構成されてもよいが、他の態様では、（１つまたは複数の画像センサ２７０とは分離し別個である）識別読取り装置２３０が、基板識別マーク特徴部を読み取るために、基板搬送部１８０上に設けられてもよい。

【００２６】

いくつかの態様では、基板Ｓの前側表面ＴＳは、エポキシで被覆されてもよいため、１つまたは複数の画像センサ２７０は、一態様では、バックエンドプロセス１７０、ラインプロセスのバックエンド１５０、およびラインプロセスのフロントエンド１４０のそれぞれにおいて基板整列がもたらされるように、基板Ｓの底表面ＢＳ（たとえば基板Ｓが位置する基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂに面する、基板Ｓの高反射面）および周縁部ＳＥをスキャン／撮像するように構成されるが、他の態様では、基板Ｓの周縁部ＳＥおよび／またはノッチ３５０を示すアーチファクト２２２、２２３が、バックエンドプロセス１７０の成形材３７０（図２Ｘ参照のこと、また、本明細書においてより詳細に説明する）中に存在し、１つまたは複数の画像センサ２７０は、本明細書において説明する基板Ｓの所定の特徴を判定するため周縁部ＳＥおよび／またはノッチ３５０を識別するために、前側表面ＴＳ（たとえば基板Ｓが位置する基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂから離れる方向／反対を向く基板Ｓの面）をスキャン／撮像するように構成されてもよい。さらに他の態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０は、基板整列が、ラインプロセスのフロントエンド１４０およびラインプロセスのバックエンド１６０にて達成され得るように、基板Ｓの前側表面ＴＳ（たとえば、ラインプロセスのフロントエンド１４０およびラインプロセスのバックエンド１６０の場合は、高反射表面であってもよい）、および周縁部ＳＥを（本明細書において説明するものに実質的に類似の方法で）スキャン／撮像するように構成されてもよい。

【００２７】

図２Ｈおよび図２Ｉも参照すると、一態様では、アライナ１８１は、スライド体２２０と共にユニットとして移動するように、スライド体２２０に接続される、任意の適切な回転チャック２６０（たとえば、スピナーとも呼称される）を含む。回転チャック２６０は、各基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂと連携し、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上に載置される、対応するウェハの回転をもたらすために、基板搬送部１８０上に配置される。回転チャック２６０は、基板Ｓ上の光学的特徴認識マークを発見し、読み取り（たとえば、基板識別）、（１つまたは複数の画像センサ２７０によるノッチの検出に応じて、ウェハ整列のための位置変更をもたらすなどのために）ウェハを所定の向きで回転位置合わせするなどのため、基板を回転させるために利用されてもよい。回転チャック２６０は、チャックの回転の中心θ２が、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの中心線ＣＬと略一致するように、スライド体２２０に回転可能に取り付けられるが、他の態様では回転チャック２６０は、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂとの間で、各基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂと回転チャック２６０との間における（１つまたは複数の）基板Ｓの移送を可能にする任意の適切な空間的関係を有する。

【００２８】

一態様では、回転チャック２６０は、能動的縁部把持チャック（チャックが、ウェハの縁部を把持する可動式グリッパを含む）、受動的把持チャック（たとえばウェハが、チャックの受動的支持パッド上に載置される）、または真空把持チャックである。一態様では、回転チャック２６０は、少なくとも２つの自由度を含む。たとえば、回転チャック２６０は、軸θ２の周りを回転可能であり、軸θ２に沿ってＺ方向に直線状に移動可能である。回転チャック２６０は、駆動シャフト２７７をそれぞれ回転および直線運動で駆動する回転駆動装置２７５およびＺ軸駆動装置２７６を含むチャック駆動装置２６０Ｄを含む。たとえば、チャック駆動装置２６０Ｄは、回転スプライン軸受け２７８を含み、回転スプライン軸受け２７８内に駆動シャフト２７７は位置する。駆動シャフト２７７は、回転スプライン軸受け２７８が回転すると、駆動シャフト２７７がともに回転するように、回転スプライン軸受け２７８のスプラインと接続するスプラインを含む。プーリ２７８Ｐは、回転スプライン軸受け２７８に固定され、伝動部２７５Ｔを通して回転駆動装置２７５により駆動される。理解できるように、プーリ２７８Ｐが回転すると、回転スプライン軸受け２７８が共に回転する。駆動シャフト２７７は、ベルト２７６ＴＢがＺ方向に移動すると、キャリッジ２７７Ｃが共に移動するように、たとえば、垂直駆動伝動部２７６Ｔのベルト２７６ＴＢに固定されるキャリッジ２７７Ｃによって、回転スプライン軸受け２７８内でＺ方向に支持される。ベルト２７６ＴＢは、プーリを用いて、または他の任意の適切な方法で、Ｚ軸駆動装置２７６により駆動される。キャリッジ２７７Ｃは、キャリッジ２７７Ｃ内で駆動シャフト２７７を支持するように構成される、任意の適切な軸受け２７９（たとえば、スラスト軸受けなど）を含む。他の態様では、伝動部２７６Ｔ、２７５Ｔおよび駆動装置２７５、２７６は、駆動シャフト２７７、およびそこに取り付けられる回転チャック２６０を軸θ２およびＺ軸の方向に移動させるための任意の適切な構成を有する。チャック駆動装置２６０Ｄは、スライド体２２０の下方に図示されているが、他の態様では、チャック駆動装置２６０Ｄの少なくとも一部は、スライド体２２０の側面に位置することが理解されるべきである。

【００２９】

他の態様では、基板搬送部１８０は、回転チャック２６０を含まなくてもよい。たとえば、任意の適切な回転チャック（すなわち、外側のチャック（off-board chuck））は、搬送室１３０内に、またはラインプロセスのフロントエンド１４０のモジュールもしくはラインプロセスのバックエンド１６０のモジュール内に位置してもよい。基板搬送部１８０は、制御装置１９９が、外側のチャックに、基板搬送部１８０の１つまたは複数の画像センサ２７０により判定される、基板Ｓのノッチの位置／向きに基づいて、基板Ｓを望ましい向きへと回転させるように命令し得るように、基板Ｓのノッチの位置／向きを、基板処理装置１００、１５０、１６５の制御装置１９９に通信するように構成されてもよい。

【００３０】

図２Ａ、２Ｂ、および３Ａ～３Ｃを参照すると、図２Ａおよび２Ｂに図示する態様では、アライナ１８１は、少なくとも１つの照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬと、スライド体２２０に取り付けられる前景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ａとを含む。一態様では、少なくとも１つの照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、バックライト付きの前景コントラスト面（照明光源２７１ＡＬが、前景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”の後方に配置される場合などの、図２Ａ、１２Ｂ、１３Ｂ参照）、またはバックライト付きの背景コントラスト面（照明光源２７１ＢＬが、背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”の後方に配置される場合などの、図１２Ｄ、１３Ｄ参照）を備えてもよい。バックライト付きのコントラスト面は、自己照明式コントラスト面と呼称され得る。他の態様では、照明光源は、投光器／照射光を備える（たとえば、光が照明光源からコントラスト面に放射される、または投光される。図２Ｌ、２Ｎ～２Ｕ、１２Ａ、１２Ｃ、１３Ａ、１３Ｃの照明光源を参照）。

【００３１】

一態様では、少なくとも１つの照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、少なくとも１つの

照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬから出射される光が、任意の適切な方法で、少なくともそれぞれのコントラスト面の方向に向けられる拡散光であるように、任意の適切な拡散器を含んでもよい。たとえば、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬがコントラスト面を背面照明する場合、コントラスト面が、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬからの光を拡散させる。照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬが、投光器／照射光である場合、拡散器１２００（図１２Ａ、１２Ｃ、１３Ａ、１３Ｃ）は、光を拡散させるために、光路内に設けられてもよい。少なくともそれぞれのコントラスト面の方向に光を向けるために、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、光をそれぞれのコントラスト面の方向に向けるように、配置される、任意の適切な反射器１２１０（図１２Ａ～１２Ｄ、１３Ａ～１３Ｄ）を含んでもよい。一態様では、拡散光は、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬにより、基板Ｓの前側表面ＴＳまたは底表面ＢＳの方向に向けられてもよく、光は、それぞれのコントラスト面を照明するために、ウェハ表面からそれぞれのコントラスト面の方向に反射される。

【００３２】

１つまたは複数の照明光源２７１ＡＬ、２７１Ｂは、本明細書において説明する画像コントラストを生成するために、背景反射を光学的に空白化するように、またはコントラスト面を基板表面に略均一に反射するように、基板Ｓの周りの周囲光に勝るために十分な強度を有してもよい。一態様では、周囲光に打ち勝つ照明強度は、画像センサ２７０の露光時間を設定することで、または他の任意の適切な方法で達成される。１つまたは複数の照明光源２７１ＡＬ、２７１Ｂは、ある光スペクトルの光を生成してもよく、光スペクトルは、本明細書において説明する画像コントラストを生成するために、背景反射を光学的に空白化するように、またはコントラスト面を基板表面に略均一に反射するように、基板Ｓの周りの周囲光および表面状態に基づいて決定される。

【００３３】

一態様では、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、（直接または間接的に）フレーム１３０Ｆに接続され、基板Ｓの表面から反射されるコントラスト面を照明するように構成され（たとえば図２Ａ、２Ｂ、１２Ａ、１２Ｂ、１３Ａ、１３Ｂ参照）、基板Ｓは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持され、その表面は、基板Ｓの周縁部ＳＥを描写し、コントラスト面は、画像センサ２７０において表面から向けられる反射されるコントラスト面が、基板の周縁部ＳＥにおいて、少なくとも１つの基板ホルダにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に、（本明細書において説明する）画像センサ２７０から見て基板の表面からの背景光反射を光学的に空白化するように、画像センサ２７０に対して配置される。ここでは、基板の周縁部ＳＥは、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって（in relief）画定され、画像コントラストは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、画像センサ２７０によって記録される。

【００３４】

別の態様では、少なくとも１つの照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、（たとえば直接または間接的に）フレーム１３０Ｆに接続され、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される（その表面が基板Ｓの周縁部ＳＥを画定する）基板の表面（たとえば、底表面ＢＳまたは前側表面ＴＳなど）、および／またはコントラスト面（そのコントラスト面は、基板Ｓにより反射されない）を照明するように構成される（たとえば、図１２Ｃ、１２Ｄ、１３Ｃ、１３Ｄ参照）。少なくとも１つの照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、表面が、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬから反射される面照明を画像センサ２７０に向け、基板Ｓの周縁部において、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に、背景の背景反射光２６７を、画像センサ２７０から見て光学的に空白化するように、画像センサ２７０に対して配置される。

【００３５】

図２Ａ、２Ｂ、１２Ａ～１２Ｄ、および１３Ａ～１３Ｄを参照すると、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”およびそれぞれの画像センサ２７０は、基板

Ｓの底表面ＢＳ（または前側表面ＴＳ）により反射される、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”の反射３００が画像センサ２７０に可視であるように、互いに対して、および基板Ｓに対して位置決めされ、基板の周縁部ＳＥは、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定され、画像コントラストは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、画像センサ２７０によって記録される。たとえば、前景制御コントラスト表面２７１Ａの反射３００は、縁部ＳＥを含んで縁部ＳＥに隣接する、基板Ｓの底表面ＢＳ（または前側表面ＴＳ）上に、光学的に空白の反射／外観を提供するように、基板Ｓの周縁部ＳＥに沿って／隣接して延在する（たとえば、光学的に空白とは、センサ視野内の、画像センサによって記録された特徴が存在しない背景からの外観／反射光のレンダリングであり、基板の反射表面は、特徴が存在しない前景制御コントラスト表面２７１Ａ以外、他の物体がそれによって反射されていない状態で、実質的に単一の色でレンダリングされる）。

【００３６】

一態様では、アライナ１８１はまた、（基板の、前景制御コントラスト表面２７１Ａの反対側の）背景２６７に配置され、画像センサ２７０から見て、背景反射光を光学的に空白化する（重ねて、光学的に空白とは、センサ視野内の、画像センサによって記録される特徴が存在しない背景からの外観／反射光のレンダリングである）ように、配置される、コントラスト面を含んでもよい。たとえば、図２Ａおよび２Ｂに図示する態様では、対照的な背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”は、搬送室１３０の内表面１３０Ｓであるが、他の態様では、対照的な背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、少なくとも部分的に、画像センサ２７０の視野ＦＯＶ内の基板Ｓの上方に配置され、特徴が存在せず（すなわち、空白化された）、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”の色に対する対比色を有する略均一の画像背景を生成するように構成される、基板搬送部１８０に取り付けられるか、または基板搬送部１８０と分離した、他の任意の表面であってもよい。

【００３７】

一態様では（たとえば図１２Ａ、１２Ｂ、１３Ａ、１３Ｂ参照）、対照的な前景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”は、光の反射を少なくとも部分的に形成し、基板Ｓの画像（図３Ａおよび４Ｂの画像３９９、３９９’参照）において、背景が暗く見え、基板Ｓ上の、反射される前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”が、暗い背景に対して明るく見えるように、基板の、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”の反対側に配置される。別の態様では（たとえば図１２Ｃ、１２Ｄ、１３Ｃ、１３Ｄ参照）、対照的な背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”は、照明される背景を少なくとも部分的に形成し、基板Ｓの画像（図５Ｂの画像３９９”参照）において、背景が明るく見え、基板Ｓ上の反射された前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’が、明るい背景に対して暗く見えるように、基板の、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”の反対側に配置される。理解できるように、背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”は、基板Ｓと比較して大型であってもよい。（たとえば、対照的な背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”は、画像センサ２７０から見たときに、対照的な背景制御コントラスト表面またはコントラスト面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”が、画像センサ２７０により撮像された画像の空白化された背景を形成するように、基板Ｓの周縁部ＳＥを越えて延在するように、基板Ｓよりもサイズが大きい）。

【００３８】

前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’のうちの１つまたは複数は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される（たと

えば、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’により形成される）、画像コントラストを形成するように、グレースケールであるか、または暗色であり、画像コントラストは、周縁部ＳＥを（画像３９９、３９９’、３９９”内で）浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。ここでは、一例として、画像センサ２７０により撮像される画像３９９にて、基板Ｓおよびその縁部ＳＥは、明るい無地（solid-colored）の表面として表され、基板Ｓの背部の画像３９９の領域は、暗い対照的な背景として表される。理解できるように、基板の底表面ＢＳ上の暗い反射と明るい色の背景、または基板Ｓの反射する底表面ＢＳと、基板Ｓの反対側（たとえば、前側表面ＴＳ）上の空間２９１（たとえば、基板Ｓの上方または後方の空間）との間で画像コントラストをもたらす他の任意の色／明るさの組合せなど、他の対照的な色の組合せが利用されてもよい。

【００３９】

一態様では、上記の画像コントラストは、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび背景制御コントラスト表面２７１Ｂのうちの一方の照明によりもたらされてもよいが、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび背景制御コントラスト表面２７１Ｂのうちの他方は、照明が弱い（より暗い）か、またはまったく照明されない。たとえば、背景制御コントラスト表面２７１Ｂが、基板Ｓの周りを通過する、光源２７１ＡＬからの環境光により照明される一方で、前景制御コントラスト表面２７１Ａは、任意の適切な光源２７１ＡＬにより（たとえば、発光ダイオードまたはＬＥＤなどにより）（たとえば、自発光式で）背面照明されてもよい。

【００４０】

一態様では、図２Ａおよび２Ｂに見られるように、光源２７１ＡＬは、背景制御コントラスト表面２７１Ｂよりも、基板Ｓの底表面ＢＳに近位である。理解できるように、光の逆２乗の法則により、光源２７１ＡＬにより近位である表面（すなわち、基板の底部ＢＳ）は、基板Ｓの底部ＢＳが背景制御コントラスト表面２７１Ｂ（図３Ａ参照）の対照的な、より暗い表面よりも明るく表されるように、背景制御コントラスト表面２７１Ｂよりも強い光度に曝露される（すなわち、光の減衰）。他の態様では、画像センサ２７０は、（光源２７１ＡＬと併せて、または光源２７１ＡＬの代わりに）基板Ｓの底表面ＢＳにより反射される前景制御コントラスト表面２７１Ａの反射と、背景制御コントラスト表面２７１Ｂとの画像コントラストをもたらすように構成される開口サイズを含んでもよい、および／またはシャッタ速度（すなわち、撮像時間）を有してもよい。一態様では、光の逆２乗の法則、開口サイズ、および／またはシャッタ速度が、画像コントラストを生成するために利用され、背景制御表面のコントラスト表面２７１Ｂは、省略されてもよい。

【００４１】

さらに他の態様では、基板Ｓの底表面ＢＳにより反射される前景制御コントラスト表面２７１Ａの反射と、背景制御コントラスト表面２７１Ｂとの間のコントラストは、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび背景制御コントラスト表面２７１Ｂのそれぞれを背面照明するか、または照明する（たとえば照らす）ように構成される、別々の色の照明器によって生成されてもよい。たとえば、光源２７１ＡＬは、前景制御コントラスト表面２７１Ａに投射される暖色（たとえば、赤、黄色、またはオレンジ色など）を有してもよく、一方で、別の光源２７１ＢＬは、背景制御コントラスト表面２７１Ｂに投射される寒色（たとえば、暖色に対して対照的な色である青、緑または紫など）を有する（たとえば、前景制御コントラスト表面２７１Ａは、画像３９９では赤で表され、一方で、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、画像３９９では青で表される）。他の態様では、光源２７１ＡＬが、寒色を有してもよく、照明光源２７１ＢＬが、暖色を有してもよい。他の態様では、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、同じ色であるが、画像３９９内にて、それぞれの前景制御コントラスト表面２７１Ａと、背景制御コントラスト表面２７１Ｂとの間のコントラストを生成する異なる強度であってもよい（たとえば、光源２７１Ａが、照明光源２７１ＢＬよりも明るい強度であるか、またはその逆である）。なお、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび背景制御コントラスト表面２７１Ｂの照明は、基板Ｓの縁部ＳＥおよびノッチ３５０が画像３９９にて識別されるように、画像３９９において基板Ｓの反射

する底表面ＢＳと、背景制御コントラスト表面２７１Ｂとの間で十分なコントラストが存在する限り、均一な照明でなくてもよい。

【００４２】

さらに他の態様では、コントラストは、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび背景制御コントラスト表面２７１Ｂのそれぞれの色により生成されてもよい。たとえば、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、寒色であるか、または遮光された（shaded）黒色／灰色である一方で、前景制御コントラスト表面２７１Ａは、暖色または白色であってもよく、またはその逆であってもよい。

【００４３】

さらに、図３Ａを参照すると、上記の方法で生成された画像コントラストは、ノッチ３５０が成形材３７０（たとえば図３Ａ参照）で充填されているかどうかにかかわらず、ノッチ３５０が画像内で識別されるような画像コントラストである。たとえば、基板Ｓの底表面ＢＳ上のコントラスト表面２７１の反射は、基板Ｓの姿勢判定特徴部（たとえば、ノッチ３５０）における成形物が、基板Ｓの底表面ＢＳ上の、コントラスト表面の反射により形成される非鏡面表面と対比されるように、基板Ｓ上に、成形材３７０の色と対比される、暗いか、または明るい非鏡面表面を効果的に形成する。一態様では、たとえば、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’により、基板Ｓ上に形成される非鏡面表面は、たとえば、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ（図３Ａおよび４Ｂの画像３９９、３９９’参照）により形成される暗い背景と比較して、色が明るくてもよく、一方で、他の態様では、たとえば前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’により、基板Ｓ上に形成される非鏡面表面は、たとえば、背景制御コントラスト表面２７１Ｂにより形成される明るい背景と比較して色が暗くてもよい（図５Ｂの画像３９９”参照）。たとえば、基板Ｓの縁部ＳＥを越えて延在する成形材３７０の外形は、（ラインプロセスのバックエンド１６０などにおいて）成形材３７０と、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、および基板Ｓの底部ＢＳにて反射される、前景制御コントラスト表面２７１Ｂの反射のうちの１つまたは複数との間の、色／強度におけるコントラストにより識別され、ノッチ３５０を充填する成形材３７０は、（ラインプロセスのバックエンド１６０などにおいて）成形材３７０と、基板Ｓの底部ＢＳにて反射される前景制御コントラスト表面２７１Ｂの反射との間の色／強度におけるコントラストにより識別され、および／または、ノッチ３５０は（ラインプロセスのフロントエンド１４０などにおいて）、基板Ｓの底部ＢＳにて反射される前景制御コントラスト表面２７１Ｂの反射と、背景制御コントラスト表面２７１Ｂとの間の、色／強度におけるコントラストにより識別される。

【００４４】

一態様では、図２Ｋ、４Ａおよび４Ｂを参照すると、基板搬送部１８０は、基板搬送部１８０に取り付けられる前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の両方を有して図示される。たとえば、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、スライド体２２０および／またはＺ駆動カラム２８０などの、基板搬送部１８０の（１つまたは複数の）任意の適切な部分に取り付けられてもよい。一態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の両方は、スライド体に取り付けられるが、他の態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’は、スライド体に取り付けられ、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、Ｚ駆動カラム２８０に（たとえば、片持ち支持されて）取り付けられる。前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、上記のものに実質的に類似の方法で、１つまたは複数の画像センサ２７０により取得される画像３９９’内にてコントラストをもたらすように構成される。

【００４５】

（図４Ａおよび４Ｂに図示するような）一態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、中央開口部４００を有する円盤として図示されるが、他の態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、任意の適切な形状およびサイズを有してもよい。前景制御コン

トラスト表面２７１Ａ’は、基板Ｓの中心ＳＣが中央開口部４００の中心の上方を通過するかを、または中心に隣接して通過すると、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’の反射が基板Ｓ上にもたらされるように、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの中心線ＣＬに沿って中央に揃えられてもよい。他の態様では、前景制御表面２７１Ａ’のそれぞれの部分が、基板Ｓの縁部ＳＥに沿って、および基板Ｓの縁部ＳＥに隣接して、基板Ｓにより、それぞれの画像センサ２７０に反射される限り、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂに対する任意の適切な空間的関係を有してもよい。ここでは、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、スライド体２２０に取り付けられる１つまたは複数の画像センサ２７０のそれぞれに共通であってもよいが、他の態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、区切られた表面であってもよく、各画像センサ２７０が、区切られた表面のそれぞれの区分を撮像する。他の態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、上記の前景制御コントラスト表面２７１Ａに実質的に類似であってもよい。一態様では、上記のものと類似の任意の適切な光源が、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’のうちの１つまたは複数を背面照明または照明するように設けられてもよい。なお、図４Ａおよび４Ｂにおいて、基板Ｓはラインプロセスのフロントエンド１４０に使用される標準の（未成形の）基板として図示されているが、他の態様では、基板は、ラインプロセスのバックエンド１６０に使用される成形ウェハであってもよいことが理解されるべきである。

【００４６】

１つまたは複数の画像センサ２７０は、（図４Ｂの画像３９９’に示す）前景制御コントラスト表面２７１Ａ’の中央開口部４００を通して、基板Ｓの縁部ＳＥ、およびその上の前景制御コントラスト表面２７１Ａ’の反射を撮像するように位置決めされてもよく、他の態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０は、基板の縁部ＳＥおよびその上の前景制御コントラスト表面２７１Ａ’の反射を撮像するために、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’の径方向外側に（たとえば、中央開口部４００を通して基板Ｓを見ない。たとえば図１３Ａ～１３Ｄ参照）位置決めされてもよい。

【００４７】

この態様では、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、１つまたは複数の画像センサ２７０の視野内にあるように、径方向に基板の縁部ＳＥを越えて延びる円盤として図示されるが、他の態様では、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’が、画像３９９、３９９’において、基板Ｓの底表面ＢＳ上での前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’の反射に対するコントラストをもたらす限りは、任意の適切な、（区分けされるか、または連続的な）形状およびサイズを有してもよい。

【００４８】

図２Ｌ～２Ｒを参照すると、撮像システムの他の例示的な構成を図示し、画像センサ２７０の視野ＦＯＶは、コントラスト面により形成される背景が、基板Ｓの上方に（たとえば、底部の反対側である、基板の前側に）配置されている状態で、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上に支持される基板Ｓの後側表面ＢＳに向けられてもよく、および／またはコントラスト面により形成される背景が、基板Ｓの下方に配置されている状態で、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上に支持される基板Ｓの前側表面ＴＳに向けられてもよい。たとえば、以下において説明するように、一態様では、コントラスト面のうちの１つまたは複数は、コントラスト面が、搬送アーム１８０ＴＡと共にユニットとして、フレーム１３０Ｆに対して移動するように、搬送アームに取り付けられてもよい。一態様では、コントラスト面は、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより同時に支持される２つ以上の基板Ｓの各基板Ｓの縁部検出をもたらす、共通の背景を形成する。一態様では、少なくとも１つのコントラスト面は、フレーム１３０Ｆに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの縁部検出をもたらす。一態様では、照明光源２７１ＡＬは、照明光源２７１ＡＬが、搬送アームと共にユニットとして、フレーム１３０Ｆに対して移動するように、搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられる。一態様では、照明光源２

７１ＡＬは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより同時に支持される２つ以上の基板Ｓの各基板Ｓの縁部検出をもたらす共通の照明を形成する。一態様では、照明光源２７１ＡＬは、フレーム１３０Ｆに固定的に取り付けられ、照明光源２７１ＡＬは、照明光源２７１ＡＬを通過する基板の直線状の横断と同時に、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板の縁部検出をもたらす。

【００４９】

図２Ｎ、２Ｑ、２Ｒ、および２Ｗを参照すると、一態様では、基板搬送部１８０は、画像センサ２７０が、（基板搬送部１８０と共に移動しないように）フレーム１３０Ｆに固定され、少なくとも１つのコントラスト面は、搬送アーム１８０ＴＡに連結されて共に移動するように構成されてもよい。ここでは、画像センサ２７０は、フレーム１３０Ｆに固定的に取り付けられ、画像センサ２７０の視野ＦＯＶを通過する基板の直線状の横断と同時に、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの縁部検出をもたらす。たとえば、図２Ｎは、フレーム１３０Ｆに固定されている画像センサ２７０および前景制御コントラスト表面２７１Ａ’を図示しており、一方で、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、搬送アーム１８０ＴＡと共に移動するように、搬送アーム１８０ＴＡに（Ｚ駆動カラム２８０またはスライド体２２０などに）連結されている（他の態様では、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、図２Ｑに示すように、搬送アーム１８０ＴＡに連結されてもよく、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、図２Ｒに示すように、フレーム１３０Ｆに固定されてもよい）。図２Ｑは、フレーム１３０Ｆに固定されている画像センサ２７０を図示しており、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の両方は、搬送アーム１８０ＴＡに（Ｚ駆動カラム２８０またはスライド体２２０などに）連結されている。図２Ｒは、フレーム１３０Ｆに固定されている、画像センサ２７０、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’のそれぞれを図示している。図２Ｗは、図２Ａのものと類似の構成を図示するが、この態様では、画像センサ２７０は、基板の底表面ＢＳではなく、基板の前側表面ＴＳを撮像するために配置される。図２Ｗでは、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび画像センサ２７０の両方は、フレーム１３０Ｆに固定され、一方で、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、搬送アーム１８０ＴＡに固定される（この場合、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、スライド体２２０により形成されてもよい）。理解できるように、図２Ｎ、２Ｑ、２Ｒ、および２Ｗに示す撮像システムは、基板Ｓの前側表面ＴＳを撮像するように構成されるが、他の態様では、撮像システムは、図２Ｓ～２Ｕ、１２Ａ～１２Ｄ、および１３Ａ～１３Ｄに図示するように、画像センサ２７０、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’、および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の順番を逆にすることなどによって、基板Ｓの後側表面ＢＳを撮像するように構成されてもよい。

【００５０】

他の態様では、図２Ｌ、２Ｍ、２Ｏ、２Ｐ、および２Ｖを参照すると、画像センサ２７０は、搬送アーム１８０ＴＡに連結され、搬送アーム１８０ＴＡと共に移動してもよく、少なくとも１つのコントラスト面は、フレーム１３０Ｆに固定され、画像センサ２７０は、基板Ｓの底表面ＢＳ（図２Ｌおよび２Ｍ参照）および／または基板Ｓの前側表面ＴＳ（図２Ｏおよび２Ｐ参照）を撮像するように、配置される。たとえば、図２Ｌは、スライド体２２０に取り付けられる画像センサ２７０を図示しており、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の両方は、フレーム１３０Ｆに固定されている。図２Ｍは、スライド体２２０に取り付けられる画像センサ２７０および前景制御コントラスト表面２７１Ａを図示しており、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、フレーム１３０Ｆに固定されている。図２Ｏは、Ｚ駆動カラム２８０に取り付けられる画像センサ２７０および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’を図示しており（なお、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’は、スライド体２２０に取り付けられてもよい）、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’は、フレーム１３０Ｆに固定されている。図２Ｐは、Ｚ駆動カラム２８０に取り付けられる画像センサ２７０を図示しており、前景制御コントラスト表面２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ’の両方は、フレーム１３０Ｆに固

定されている。図２Ｖは、図２Ａのものと類似の構成を図示するが、この態様では、画像センサ２７０は、基板の底表面ＢＳではなく、基板の前側表面ＴＳを撮像するために配置される。図２Ｖでは、前景制御コントラスト表面２７１Ａおよび画像センサ２７０の両方は、Ｚ駆動カラム２８０に固定され、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、スライド体２２０に固定されている（この場合、背景制御コントラスト表面２７１Ｂは、スライド体２２０により形成されてもよい）。一態様では、Ｚ駆動カラム２８０に取り付けられる場合、Ｚ駆動カラムに取り付けられる画像センサ２７０、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”、および前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”のうちの１つまたは複数は、固定の高さとして配置されてもよく（すなわち、Ｚ方向に移動しない）、一方で、他の態様では、Ｚ駆動カラムに取り付けられる画像センサ２７０、背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”、および前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”のうちの１つまたは複数は、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂと一致して、または独立してＺ方向に移動するように、可動式キャリッジ上に配置されてもよい。

【００５１】

理解できるように、図２Ｋ～２Ｗに図示する本開示の態様は、例示的であり、他の態様では、任意の適切な方法で互いに組み合されてもよい。さらに他の態様では、画像センサ２７０、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”、および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”は、本明細書において説明する方法で、基板Ｓを撮像するための任意の適切な配置を有してもよい。

【００５２】

図２Ｎ～２Ｒ、２Ｖ、２Ｗ、２Ｘ、１２Ａ～１２Ｄ、および１３Ａ～１３Ｄを参照すると、基板Ｓの前側表面ＴＳを撮像するために位置する画像センサ２７０は、バックエンドプロセス１７０中などにおいて、基板Ｓの前側表面ＴＳ上の成形材３７０（図２Ｘ参照）を撮像してもよい。ここでは、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬ、前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’、２７１Ａ”、および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’、２７１Ｂ”により提供される画像コントラストは、基板Ｓのアーチファクト２２２、２２３が成形材３７０を通して識別されるような画像コントラストであってもよい。たとえば、一態様では、成形材が、基板Ｓの前側表面ＴＳの外側へ移動して周縁部ＳＥの外形／形状に従うアーチファクト２２２を形成する場合など、成形材３７０は、基板Ｓの周縁部ＳＥに対応する凸部および／または凹部２２２Ａを含んでもよい。同様に、成形材が、前側表面ＴＳ外側へ、および基板Ｓのノッチを有する領域内へと移動して、ノッチ３５０の外形／形状に一致するアーチファクト２２３を形成する場合など、成形材３７０は、基板Ｓのノッチ３５０に対応する凸部および／または凹部２２３Ａを含んでもよい。照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬによる基板Ｓの照明（コントラスト面から直接の、またはコントラスト面からの反射による前側表面ＴＳまたは後側表面ＢＳのいずれかの照明）は、凸部および／または凹部２２２Ａ、２２３Ａに対応するコントラスト（たとえば、影と明るさの線など）の変化を引き起こし、画像センサ２７０および制御装置１９９は、コントラストの変化、および対応する周縁部ＳＥおよび／またはノッチ３５０を識別するように構成される。

【００５３】

別の態様では、アーチファクト２２２、２２３は、成形材３７０の半透明性により生成されてもよく、基板Ｓの前側表面ＴＳに接合されない成形材３７０の部分（ノッチ３５０を充填する成形材３７０、および周縁部ＳＥを越えて延在する成形材３７０など）は、（たとえば、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬに背面照明されたときなど）前側表面ＴＳに接合される成形材３７０の部分と比較して、明るく表される。照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬによる基板Ｓの照明（コントラスト面から直接の、またはコントラスト面からの反射による前側表面ＴＳまたは後側表面ＢＳのいずれかの照明）は、コントラスト（たとえば、図３Ａに示す、成形材３７０と基板Ｓとの間のコントラストに類似である、半透明の成形材３７０の明るい部分および暗い部分）の変化を引き起こし、画像センサ２７０およ

び制御装置１９９は、コントラストの変化、および対応する周縁部ＳＥおよび／またはノッチ３５０を識別するように構成される。

【００５４】

上記のように、１つまたは複数の画像センサ２７０（および撮像システム）は、１つまたは複数の画像センサ２７０が、搬送アーム１８０ＴＡに固定されるか、またはフレーム１３０Ｆに取り付けられるかどうかに応じて、別様に較正されてもよい（たとえば、基板搬送部の参照フレーム内で較正される、またはグローバル参照フレーム内で較正される）。たとえば、１つまたは複数の画像センサ２７０が、搬送アーム１８０ＴＡに取り付けられる場合、１つまたは複数の画像センサ２７０（および撮像システム）は、基板搬送部１８０の参照フレーム内で、基板Ｓの１つまたは複数の所定の特徴を識別するように較正されてもよく、任意の適切な制御装置１９９は、基板Ｓの情報（たとえば、図６Ａに関して説明するような、ノッチの場所、基板のオフセット、基板の中心線など）を、必要に応じて、基板Ｓを基板処理装置１００、１５０、１６５の基板保持場所に配置するため（たとえば、以下において説明するような任意の適切な自動基板センタリングアルゴリズムに従う、自動基板センタリング）、基板処理装置１００、１５０、１６５のグローバル参照フレームに変換する。たとえば、１つまたは複数の画像センサ２７０が、フレーム１３０Ｆに固定される場合、１つまたは複数の画像センサ２７０（および撮像システム）は、基板処理装置１００、１５０、１６５のグローバル参照フレーム内で、基板Ｓの１つまたは複数の所定の特徴を識別するように較正されてもよく、任意の適切な制御装置１９９は、基板Ｓの情報（たとえば、図６Ａに対して説明するような、ノッチの場所、基板のオフセット、基板の中心線など）を、必要に応じて基板Ｓを基板処理装置１００、１５０、１６５の基板保持場所に配置するため（たとえば、以下において説明するような任意の適切な自動基板センタリングアルゴリズムに従う、自動基板センタリング）、基板搬送部参照フレームに変換する。

【００５５】

図５Ａおよび５Ｂを参照すると、基板整列ステーション５００を図示する。基板整列ステーション５００は、基板整列ステーション５００のフレーム５００Ｆに取り付けられる前景制御コントラスト表面２７１Ａ”および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ”を含む。前景制御コントラスト表面２７１Ａ”および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ”は、上記の前景制御コントラスト表面２７１Ａ、２７１Ａ’および背景制御コントラスト表面２７１Ｂ、２７１Ｂ’に実質的に類似であってもよく、１つまたは複数の画像センサ２７０により、上記のものに実質的に類似の方法で、取得される画像３９９”においてコントラストを提供するように構成される。ここでは、１つまたは複数の画像センサ２７０および前景制御コントラスト表面２７１Ａ”は、基板Ｓの上方に配置され、背景制御コントラスト表面２７１Ａ”は、基板Ｓの下方に配置される（すなわち、基板整列ステーション５００は、ラインプロセスのフロントエンド１４０にて基板Ｓの前側表面ＴＳを撮像するように構成される）が、他の態様では、１つまたは複数の画像センサ２７０および前景制御コントラスト表面２７１Ａ”は、基板Ｓの下方に配置され、背景制御コントラスト表面２７１Ａ”は、基板Ｓの上方に配置される（すなわち、基板整列ステーション５００は、ラインプロセスのバックエンド１６０にて、基板Ｓの底部ＢＳを撮像するように構成される）。

【００５６】

図２Ａ、２Ｂ、３Ａ～３Ｃ、４Ｂ、５Ｂ、６Ａ～６Ｂ、および７を参照すると、１つまたは複数の画像センサ２７０により撮像された画像３９９、３９９’、３９９”が、たとえば、制御装置１９９のような任意の適切な制御装置により解析される。制御装置１９９は、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの基板保持場所の中心点６００、および／または基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの中心線６０１に対するなど、所定の参照フレームに対するノッチ３５０の角度βおよび基板Ｓの中心ＳＣのうちの、少なくとも１つまたは複数を識別するように構成される任意の適切な画像処理ソフトウェアを用いてプログラムされる。例示目的のため、角度βおよび／または基板Ｓの中心ＳＣの識別には、画像３９９、３９９’、３９９”の極座標空間３３０（図３Ｃ、５Ｂ、および６Ｂ参照）への変換、テンプレートマ

ッチング（図３Ｂ参照）、および／またはノッチ３５０の識別のための基板Ｓの縁部ＳＥに沿った強度の測定が含まれる。

【００５７】

図３Ａは、１つまたは複数の画像センサ２７０により撮像された例示的な画像３９９（画像３９９’、３９９”に類似である）を図示している。図３Ｂは、たとえば基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上に中心がある、較正された基板の半径（または直径Ｄ）に基づく、基板の縁部（たとえば、投影された基板の縁部）のテンプレート３１０を示す処理された画像３９９Ｐを図示している。処理された画像３９９Ｐはまた、画像３９９から取得された、基板Ｓの観察された縁部３１５を図示しており、観察された縁部３１５は、処理された画像３９９Ｐにおいてテンプレート３１０と重ねられる。制御装置１９９は、処理された画像３９９Ｐ中のノイズではなく、基板Ｓの観察された縁部３１５に属する、処理された画像３９９Ｐ中の点を判定する（図７、ブロック７００）。処理された画像３９９Ｐ中のどの点が基板Ｓの観察された縁部３１５に属するかを判定するために、観察された縁部３１５により画定される曲線の終点３２０、３２１が、判定される。例示目的のため、終点３２０を、右境界点と呼称し、終点３２１を、左境界点と呼称する。

【００５８】

左境界点および右境界点３２０、３２１の場所を判定するために、観察された縁部３１５の右端の点３２０’および観察された縁部３１５の左端の点３２１’は、右端の点３２０’および左端の点３２１’の両方を通過する半径を用いて円の中心６００’を計算するために使用される。右端の点３２０’は、観察された縁部３１５に沿って固定保持され、一方で、左端の点３２１’は、観察された縁部３１５に沿って、右端の点３２０’に向かって移動し、中心６００Ａは、（たとえば、固定された右端の点３２０’および移動する左端の点３２１’のそれぞれの場所の両方を通過する半径を用いて）左端の点３２１’の移動ごとに計算される。中心点６００、６００Ａは比較され、互いに対する中心点６００、６００Ａの場所が、所定の許容範囲外である場合、観察された縁部３１５の左側に沿った点は、ノイズと見なされ、中心点６００、６００Ａが、安定するか、または互いに収束する（すなわち、左端の点３２１’が、右端の点３２０’に向かって、中心点６００、６００Ａが互いから所定の許容誤差内にある、観察された縁部３１５に沿った場所に移動する）まで破棄される。中心６００、６００Ａが安定する（たとえば互いに収束する）、左端の点３２１’の場所は、処理された画像３９９Ｐ中の有効な基板の縁部としての左端の境界点３２１を表す。

【００５９】

左端の点３２１’は、観察された縁部３１５に沿って固定保持され、一方で、右端の点３２０’は、観察された縁部３１５に沿って、左端の点３２１’に向かって移動し、中心６００Ｂは、（たとえば、固定された左端の点３２１’および移動する右端の点３２０’のそれぞれの場所の両方を通過する半径を用いて）右端の点３２０’の移動ごとに計算される。中心点６００、６００Ｂは比較され、互いに対する中心点６００、６００Ｂの場所が、所定の許容範囲外である場合、観察された縁部３１５の右側に沿った点は、ノイズと見なされ、中心点６００、６００Ｂが、安定するか、または互いに収束する（すなわち、右端の点３２０’が、左端の点３２１’に向かって、中心点６００、６００Ｂが互いから所定の許容誤差内にある、観察された縁部３１５に沿った場所に移動する）まで破棄される。中心６００、６００Ｂが安定する、右端の点３２０’の場所は、処理された画像３９９Ｐ中の有効な基板の縁部としての右端の境界点３２０を表す。他の態様では、境界点３２０、３２１は、任意の適切な方法で判定されてもよい。

【００６０】

基板ずれまたはオフセットＸＣ、ＹＣ（図６Ａ）が、検出された基板の中心６００と、たとえば基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂの較正された基板保持場所６６０との比較により、制御装置１９９によって判定される（図７、ブロック７１０）。

【００６１】

観察された縁部３１５により形成される弧状部分の開始角度α_Sおよび終了角度α_Eは、右端の境界点３２０および左端の境界点３２１（図３Ｂおよび６Ａ参照）に基づき、任意

の適切な方法で判定される（図７、ブロック７２０）。処理された画像３９９Ｐは、観察された縁部３１５を略直線に変換するために部分線形極座標アルゴリズム（partial linear polar algorithm）を用いることなどによって、任意の適切な方法で極座標空間３３０に変換される（図７、ブロック７３０）。部分線形極座標アルゴリズムは、パイソンプログラミング言語（python programming language）で提供される「ｗａｒｐＰｏｌａｒ」または「ｌｉｎｅａｒＰｏｌａｒ」関数など既存のデカルト座標－極座標変換の拡張である。比較すると、（ｗａｒｐＰｏｌａｒおよびＬｉｎｅａｒＰｏｌａｒ関数などの）従来のデカルト座標－極座標変換は、入力画像を、半径０－R_{max}（ユーザ規定の半径）の、０～２πラジアンの全円の極座標にマッピングする一方、部分線形極座標アルゴリズムは、入力画像を、図６Ａおよび６Ｂに示す極座標の部分集合にマッピングする。一態様では、極座標空間への変換は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、１９９８年１０月２０日発行の米国特許第５，８２５，９１３号明細書（「Ｓｙｓｔｅｍ ｆｏｒ Ｆｉｎｄｉｎｇ Ｏｒｉｅｎｔａｔｉｏｎ ｏｆ ａ Ｗａｆｅｒ」と題される）に記載されるものに実質的に類似の方法で実行されてもよい。

【００６２】

極変換の一例として、（たとえば、基板Ｓの縁部ＳＥを表す）円の一部を含む処理された画像３９９Ｐがあるとすると、開始角度α_Sおよび終了角度α_E、円の中心点ＸＣ、ＹＣ、ならびに円の半径Ｒは、処理された画像３９９Ｐ内の各（ｘ’、ｙ’）点を、極空間画像３３１において対応する（ｘ、ｙ）点にマッピングし、ここでは、以下の通りとなる。

【００６３】

ｘ’＝ｒ×ｃｏｓ（観察された縁部３１５に沿った点の角度）＋ＸＣ

【００６４】

極空間画像３３１の幅Ｗは、入力として提供される角度α_S、α_Eの幅に適用される入力倍率により決定される。

【００６５】

Ｙ’＝ｒ×ｓｉｎ（観察された縁部３１５に沿った点の角度）＋ＹＣ

【００６６】

極空間画像３３１の高さＨは、入力ｒ＿ｓｔａｒｔおよびｒ＿ｅｎｄとして提供される極半径の開始点および終了点に適用される入力倍率により決定される。

【００６７】

制御装置１９９は、極空間画像３３１内のノッチ３５０の存在、およびノッチ３５０の場所を検出／判定する（図７、ブロック７４０）ための任意の適切な検出アルゴリズムを含んでもよい。例示目的のみのため、制御装置１９９は、ＸｍａｘおよびＹｍａｘに位置する最高点３３３を判定するために、極空間画像３３１を解析してもよい。最高点３３３から始まり、制御装置１９９は、最高点３３３の左側のたとえば、ＳＥＭＩ規格のノッチ幅の半分までの各点の傾斜３３４を計測するように構成され、画像の終点に達した場合は、早期に停止する。計測された傾斜３３４が、ＳＥＭＩ規格のノッチ形状を記述する関数（たとえば、等式）から所定の範囲または許容誤差外である場合、制御装置１９９は、累積誤差変数にある値を加える。累積誤差変数が、観察された点の合計数のなかで、誤差点の許容可能な割合を超える場合は、画像はノッチ３５０を含まない。最高点３３３の左側の各計測点の傾斜は、最高点３３３が、どれほど観察された縁部３１５の他の部分から隆起しているか（たとえば、高さＨ１）を判定するために合計される。高さＨ１が、ＳＥＭＩ規格のノッチ深さの所定の範囲または許容誤差内でない場合、画像はノッチ３５０を含まない。

【００６８】

最高点３３３の左側の計測された点の解析から、画像がノッチ３５０を含むと判定される場合、ノッチ３５０が実際に存在することを確かめるために、最高点３３３の右側の点が解析される。最高点３３３から始まり、制御装置１９９は、たとえば、ＳＥＭＩ規格のノッチ幅の半分までの、最高点３３３の右側の各点の傾斜度３３５を計測するように構成され、画像の終点に達すると早期に終了する。計測された傾斜度３３５が、ＳＥＭＩ規格

のノッチ形状を記述する関数（たとえば等式）による所定の範囲または許容誤差外である場合、制御装置１９９は、累積誤差変数にある値を加える。累積誤差変数が、観察された点の合計数のなかで、誤差点の許容可能な割合を超える場合、画像はノッチ３５０を含まない。最高点３３３の右側の各計測された点の傾斜度は、最高点３３３が、どれほど（たとえば、高さＨ１）観察された縁部３１５の他の部分から隆起しているかを判定するために合計される。高さＨ１が、ＳＥＭＩ規格のノッチ深さの所定の範囲または許容誤差内でない場合、画像はノッチ３５０を含まない。最高点３３３の右側の計測された点の解析に基づいて、ノッチ３５０が存在すると確認される場合、以下の数式を用いて、処理された画像３９９Ｐ内のノッチ３５０の角度β（図６Ａ参照）が表される。

【００６９】

$$\beta = ((X_{max} / W) \times (\alpha_S - \alpha_E)) + \alpha_S$$

【００７０】

最終ステーション調節整列オフセットは、ウェハずれＸＣ、ＹＣ、計測されたノッチ角度β、および所望のノッチ角度に基づき任意の適切な方法で判定される（図７、ブロック７５０）。最終ステーション調節整列オフセットの判定の適切な一例は、その開示内容の全てが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年４月１２日発行の米国特許第７，９２５，３７８号明細書、２０１８年１１月２０日発行の米国特許第１０，１３４，６２３号明細書、および２０１９年１月２５日出願の米国特許出願公開第１６／２５７，５９５号明細書（「Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｗａｆｅｒ　Ｃｅｎｔｅｒｉｎｇ　Ｍｅｔｈｏｄ　ａｎｄ　Ａｐｐｒａｔｕｓ」と題される）にみることができる。

【００７１】

たとえば、図２Ａ～２Ｕおよび図８を参照して、基板Ｓの周縁部ＳＥを検出する方法を説明する。搬送アーム１８０ＴＡが提供され（図８、ブロック８００）、フレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられる。搬送アーム１８０ＴＡは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂがフレーム１３０Ｆに対して直線状に横断するように、搬送アーム１８０ＴＡに移動可能に取り付けられる少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂを有する。搬送アーム１８０ＴＡに連結される画像センサ２７０は、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの縁部検出を記録および実行する（図８、ブロック８１０）。照明光源２７１ＡＬは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの表面を照明し、その表面は、基板Ｓの周縁部ＳＥを描写する。照明光源２７１ＡＬは、表面が、照明光源２７１ＡＬから反射される面照明を画像センサ２７０に向け、基板Ｓの周縁部ＳＥにおいて、画像センサから見て、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、画像センサ２７０に対して配置される。基板Ｓの周縁部ＳＥは、基板表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、基板表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定され、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板の直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、画像センサ２７０により記録される。

【００７２】

たとえば、図２Ａ～２Ｕおよび図９を参照して、基板Ｓの周縁部ＳＥを検出する方法を説明する。搬送アーム１８０ＴＡが提供され（図９、ブロック９００）、フレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられる。搬送アーム１８０ＴＡは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂがフレーム１３０Ｆに対して直線状に横断するように、搬送アーム１８０ＴＡに移動可能に取り付けられる少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂを有する。画像センサ２７０は、搬送アーム１８０ＴＡに連結され、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの縁部検出を記録および実行する（図９、ブロック９１０）。照明光源２７１ＡＬは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの表面から反射されるコントラスト面（図９、ブロック９２０）を照明し、その表面は、基板Ｓの周縁部ＳＥを描写する。コントラスト面は、表

面から画像センサ２７０に向けられる反射されるコントラスト面が、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に、基板Ｓの周縁部ＳＥにおいて、画像センサ２７０から見て、基板Ｓの表面からの背景光反射を光学的に空白化するように、画像センサ２７０に対して配置される。基板Ｓの周縁部ＳＥは、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定され、画像コントラストは、少なくとも１つの基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂにより支持される基板Ｓの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、画像センサ２７０により記録される。

【００７３】

図２Ａ～２Ｕおよび図１４を参照すると、ウェハＳを整列する方法（たとえば、オンザフライ方式の整列）が提供される。方法は、フレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられる搬送アーム１８０ＴＡを提供すること（図１４、ブロック１４００）を含む。搬送アーム１８０ＴＡは、フレーム１３０Ｆに対して直線状に横断するように、搬送アーム１８０ＴＡに移動可能に取り付けられる少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂを有する。方法は、搬送アーム１８０ＴＡに連結される光学式縁部検出センサ２７０を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの縁部検出を、ウェハＳが所定の参照位置に対して第１の位置（第１の位置が、基板保持ステーションに対して不整列な位置であってもよい、任意の適切な基板保持ステーションなど）にある状態で、記録および実行すること（図１４、ブロック１４１０）を含む。ウェハＳは、光学式縁部検出センサ２７０からの縁部検出データに基づき、第１の（不整列な）位置から第２の位置（第２の位置は、基板保持ステーションでの所定の位置および向きで、ウェハＳを基板保持ステーションに配置するように、たとえば基板保持ステーションと整列するウェハＳの位置である）へと、所定の参照位置に対してウェハＳの整列の変化をもたらすように、少なくとも搬送アーム１８０ＴＡを部分的に用いて移動させられる（図１４、ブロック１４２０）。ここでは、縁部検出データは、フレーム１３０Ｆに接続される照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬを用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハの表面を（本明細書において説明するように）照明すること（図１４、ブロック１４３０）により生成され、その表面はウェハＳの周縁部ＳＥを描写し、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、表面が、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬから反射される面照明を光学式縁部検出センサ２７０に、または光学式縁部検出センサ２７０の方向へと向け、ウェハＳの周縁部ＳＥにおいて、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサ２７０から見て、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサ２７０に対して配置される。ウェハＳの周縁部ＳＥは、（本明細書において説明するように）ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定され、画像コントラストは、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサ２７０によって記録される。

【００７４】

さらに、図２Ａ～２Ｕおよび図１４を参照すると、ウェハＳを整列する方法（たとえば、オンザフライ方式の整列）が提供される。方法は、フレーム１３０Ｆに移動可能に取り付けられ、フレーム１３０Ｆに対して直線状に横断するように搬送アーム１８０ＴＡに移動可能に取り付けられる少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂを有する搬送アーム１８０ＴＡ（図１４、ブロック１４００）を設けることを含む。方法は、搬送アーム１８０ＴＡに連結される光学式縁部検出センサ２７０を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの縁部検出を記録および実行すること（図１４、ブロック１４１０）も含み、光学式縁部検出センサ２７０からの縁部検出データは、（制御装置１９９または他の任意の適切な制御装置などにより）搬送

アーム１８０ＴＡに通信されるウェハ整列データを判定する。ウェハＳの表面は、フレーム１３０Ｆに接続される照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬを用いて照明され（図１４、ブロック１４３０）、ウェハＳは、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持され、その表面はウェハＳの周縁部ＳＥを描写する。照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬは、表面が、照明光源２７１ＡＬ、２７１ＢＬから反射される面照明を光学式縁部検出センサ２７０に、または光学式縁部検出センサ２７０の方向へと向け、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの直線状の横断と同時に、ウェハＳの周縁部ＳＥにおいて、光学式縁部検出センサ２７０から見て、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサ２７０に対して配置される。ウェハＳの周縁部ＳＥは、（本明細書において説明するように）ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定され、画像コントラストは、少なくとも１つのエンドエフェクタ２００Ａ、２００Ｂにより支持されるウェハＳの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサ２７０によって記録される。

【００７５】

図２Ａ～２Ｕ、１０Ａおよび１０Ｂを参照すると、理解できるように、本明細書において説明するオンザフライ方式の整列の利点は、各基板Ｓが、分類、整列および／または識別される間に、たとえば（ＥＦＥＭまたは他の適切な移送室などの）移送室１３０内で費やされる時間の著しい短縮に関する。この時間短縮は、本明細書において説明するオンザフライ方式の整列で達成可能であるスループットレートの向上、および／または所与の基板が、基板キャリヤ１１０により提供される保護エンベロープから離れている時間の著しい短縮に関連する。この利点は、整列、および／または所与の基板キャリヤ１１０内のすべてのウェハの光学式文字認識（ＯＣＲ）読み取りを提供する共通分類レシピに対し、特に明らかである。たとえば、図１０Ｂを参照すると、従来のシステム８７０は、概して、全体のハイスループットレートを達成するために、双型固定アライナ８００Ａ、８００Ｂに依存するが、この構造は、基板移動距離、ロボットの動作、および各基板がミニエンバイロメント（minienvironment）内で費やす経過時間の増加という結果をもたらす。たとえば、図１０Ｂは、ウェハの分類、整列および／または識別のための移送室１３０内での、基板の移送のための従来の例示的な移送経路を図示する。基板移送経路ＴＰ１～ＴＰ８は、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂのうちの１つの中の所定の基準場所ＤＬ１、ＤＬ２から、固定アライナ８００Ａ、８００Ｂのうちの１つの中の所定の基準場所ＤＬ３、ＤＬ４まで、その後に、ロードロック１１０１０Ａ、１１０１０Ｂのうちの１つの中の所定の基準場所ＤＬ５、ＤＬ６まで、または基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂのうちの１つの中の所定の基準場所ＤＬ１、ＤＬ２へと戻る。比較すると、図１０Ａを参照すると、基板Ｓの分類、整列および／または識別についての移送室１３０内での基板の移送のための、システム８６９（上記の基板処理装置１００、１５０、１６５に実施的に類似である、図１Ａ～１Ｃ参照）のウェハ移送経路ＴＰ１０～ＴＰ１３が、本開示の態様に従い、図示される。図１０Ａに見ることができるように、移送経路ＴＰ１０～ＴＰ１５のいずれか１つは、図１０Ｂに示す、従来の移送経路ＴＰ１～ＴＰ８のいずれか１つよりも短い。理解できるように、基板Ｓが、ピックアップされた基板キャリヤ内か、または隣接するロードポートにある隣接する基板キャリヤ内に分類されて再度配置される移送経路ＴＰ１４、ＴＰ１５は、最短経路であり、図１０Ｂに図示する、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂからアライナ８００Ａ、８００Ｂのうちの１つへ、その後に、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂのうちの１つへと戻る、対応する経路よりも著しく短い。たとえば、図１０Ａの経路ＴＰ１４、ＴＰ１５に従い分類する際に、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂは、基板キャリヤ１１０Ａまたは基板キャリヤ１１０Ｂなど、共通の基板キャリヤから、（基板Ｓが組み替えられるように）基板Ｓを順次に取り出す。各基板Ｓが、各基板Ｓの格納中に基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂから順次に取り出されると、各基板Ａは、既に説明したように、基板Ｓの周縁部ＳＥを検出するために、画像センサ２７０の傍を通過する。基板Ｓは、各基板

が順次に整列されるように、基板搬送部１８０上で組み替えられる。整列された基板は、所定の分類された順番で、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂのうちの１つまたは複数の中に配置される。

【００７６】

図１１を参照すると、（１つまたは複数の）基板が移送室１３０内に存在する時間は、双型固定アライナ８００Ａ、８００Ｂを使用する従来のシステム８７０を用いる場合よりも、システム８６９内においての方が短い。たとえば、図１１に示す表は、図１０Ｂの従来の移送／整列システム８７０（たとえば「従来の移送時間」）に関して、それぞれが特定の移送時間を有する移送動作を図示する。図１１の表は、また、本開示の態様による図１０Ａの移送／整列システム８６９に関して、それぞれが特定の移送時間を有する移送動作を示す。表において見ることができるように、従来の移送／整列システム８７０およびシステム８６９の両方は、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂからの１つまたは複数の基板Ｓの取り出しに関連する時間、および１つまたは複数の基板Ｓをロードロック１１０１０Ａ、１１０１０Ｂに配置することに関連する時間を含むが、ここで、移送時間における類似性は終了する。たとえば、システム８６９内で行われるように、基板を、基板キャリヤ１１０Ａ、１１０Ｂから、基板保持場所（基板保持場所は、基板が取り出された場所であるロードポートにある基板キャリヤ、隣接するロードポートにある別の基板キャリヤ、およびロードロックのうちの１つまたは複数である）へと、実質的に直接移送するよりも、従来のシステムは、固定アライナ８００Ａ、８００Ｂのうちの１つの所定の基準場所ＤＬ３、ＤＬ４から、および、固定アライナ８００Ａ、８００Ｂのうちの１つの所定の基準場所ＤＬ３、ＤＬ４に（１つまたは複数の）基板を移送するための追加の移送時間を含む。さらに、従来のシステム８７０は、基板Ｓがアライナ８００Ａ、８００Ｂ内に位置し、整列される休止移送時間を含む。（１つまたは複数の）基板は、（１つまたは複数の）基板が、基板搬送部１８０の（１つまたは複数の）基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂ上で、所定の基準場所ＤＬ１、ＤＬ２と、（基板がロードロックに移送される）所定の基準場所ＤＬ５、ＤＬ６と、（基板が、分類中などに（１つまたは複数の）基板キャリヤに戻される）所定の基準場所ＤＬ１、ＤＬ２との間に位置する間に、移送中に整列されるため、この「整列時間」は、システム８６９において実質的に排除される。さらに、ウェハが、スライド体２２０を（ロードロック１１０１０Ａ、１１０１０Ｂの前方などに）固定して保持する基板搬送部とシステム８６９内で整列される場合であっても、基板を基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂから回転チャック２６０（図２Ｉ参照）へと移送する時間は、たとえば、Ｚ方向の移動距離が短いため、基板を従来の基板ホルダから固定アライナ８００Ａ、８００Ｂへと移送する時間よりも著しく短い。たとえば、本開示の態様による基板の整列および識別を行うために、回転チャック２６０は、下げきった基準位置ＣＤ（図２Ｉ）からＺ方向に小さい量Ｚ１だけ（たとえば約２０ｍｍまたはそれより小さく）移動され、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂは、基板ホルダ２００Ａ、２００Ｂと回転チャック２６０との間で基板Ｓを移送するために、Ｒ方向に部分的にのみ伸長する。これに対し、本開示の態様のオンザフライ方式の整列を用いない基板搬送部は、たとえば、搬送室１３０の所定のウェハ移送平面から、固定アライナ８００Ａ、８００Ｂのウェハ支持表面のレベルに、基板Ｓを移送するためにより大きなＺ方向の移動を課する必要があり、たとえば、Ｘ、Ｙおよびθ軸のうちの１つまたは複数の追加の移動により、基板ホルダの基準点をアライナ８００Ａ、８００Ｂの基準点ＤＬ３、ＤＬ４と整列させる間に、基板ホルダをＲ方向に完全に伸長させる必要がある。

【００７７】

理解できるように、本開示の態様によるシステム８６９のウェハ移送時間の短縮により、基板キャリヤ１１０の扉が開放される経過時間の短縮が可能になる。この、「キャリヤ扉開放」時間の短縮は、たとえば、大気環境からの基板キャリヤ１１０内部の汚染を減少させ、基板キャリヤ１１０の内部、およびそこに位置する基板Ｓのための不活性ガス保護の向上も提供する。理解できるように、「キャリヤ扉開放」時間の短縮により、基板キャリヤ１１０内の環境の変化および汚染が最小となり、また、基板キャリヤ１１０内の不活

性ガス回復時間（および回復のために必要とされる不活性ガスの量）が削減される。反対に、搬送室１３０の環境外乱もまた、減少する。上記からわかるように、本明細書において説明する本開示の態様は、より高いウェハ・スループットだけでなく、清浄性の向上および基板Ｓの環境曝露の減少も提供する。

【００７８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、半導体ウェハ搬送装置は、

【００７９】

フレームと、

【００８０】

フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、少なくとも１つのエンドエフェクタがフレームに対して直線状に横断するように、搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームと、

【００８１】

搬送アームに連結され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行するように構成される光学式縁部検出センサと、

【００８２】

フレームに接続され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面を照明するように構成される照明光源であって、その表面はウェハの周縁部を描写し、照明光源は、表面が、照明光源から反射される面照明を光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向け、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置される、照明光源とを備え、

【００８３】

ウェハの周縁部は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。

【００８４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。

【００８５】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。

【００８６】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、各ウェハの縁部検出は、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされるように構成される。

【００８７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられる。

【００８８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。

【００８９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【００９０】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、背景がウェハの上方にあるように、配置される。

【００９１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、背景がウェハの下方にあるように、配置される。

【００９２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、半導体ウェハ搬送装置は、背景に配置され、光学式縁部検出センサから見て、背景反射光を光学的に空白化するように、配置される、コントラスト面をさらに備える。

【００９３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。

【００９４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【００９５】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、コントラスト面は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通背景を形成する。

【００９６】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【００９７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、バックライト付きの前景コントラスト面を備える。

【００９８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、前景コントラスト面および投光器を備える。

【００９９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０１００】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。

【０１０１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０１０２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、半導体ウェハ搬送装置は、

【０１０３】

フレームと、

【０１０４】

フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、少なくとも１つのエンドエフェクタがフレームに対して直線状に横断するように、搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームと、

【０１０５】

搬送アームに連結され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行するように構成される光学式縁部検出センサと、

【０１０６】

フレームに接続され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面から反射されるコントラスト面を照明するように構成される照明光源であって、その表面はウェハの周縁部を描写し、コントラスト面は、光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向けられる、表面から反射されるコントラスト面が、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、ウェハの表面からの背景光反射を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置される、照明光源とを備え、

【０１０７】

ウェハの周縁部は、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。

【０１０８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。

【０１０９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。

【０１１０】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、各ウェハの縁部検出が、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされるように構成される。

【０１１１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられる。

【０１１２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。

【０１１３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的

に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０１１４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、コントラスト面が、ウェハの下方にあるように、配置される。

【０１１５】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野がエンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、コントラスト面は、ウェハの上方にあるように、配置される。

【０１１６】

本開示の１つまたは複数の態様によると、半導体ウェハ搬送装置は、照明される背景を少なくとも部分的に形成し、ウェハの、コントラスト面の反対側に配置される背景コントラスト面をさらに備える。

【０１１７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。

【０１１８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０１１９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０１２０】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、コントラスト面を背面照明するように構成される。

【０１２１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０１２２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。

【０１２３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０１２４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、ウェハの縁部を検出するための方法は、

【０１２５】

フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、少なくとも１つのエンドエフェクタがフレームに対して直線状に横断するように、搬送アームに移動可能に取り付けられ

る搬送アームを提供することと、
【０１２６】
搬送アームに連結される光学式縁部検出センサを用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行することと、
【０１２７】
フレームに接続される照明光源を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面を照明することであって、その表面はウェハの周縁部を描写し、照明光源は、表面が、照明光源からの反射面照明を光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向け、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置される、ウェハの表面を照明することとを含み、
【０１２８】
ウェハの周縁部は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。
【０１２９】
本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。
【０１３０】
本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。
【０１３１】
本開示の１つまたは複数の態様によると、各ウェハの縁部検出は、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされる。
【０１３２】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられる。
【０１３３】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。
【０１３４】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１３５】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、背景がウェハの上方にあるように、配置される。
【０１３６】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、背景がウェハの下方にあるように、配置される。

【０１３７】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、背景に配置され、光学式縁部検出センサから見て、背景を光学的に空白化するように、配置される。
【０１３８】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストを形成するようにグレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。
【０１３９】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１４０】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、コントラスト面は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通背景を形成する。
【０１４１】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１４２】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、バックライト付きの前景コントラスト面を備える。
【０１４３】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、前景コントラスト面および投光器を備える。
【０１４４】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１４５】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。
【０１４６】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１４７】
本開示の１つまたは複数の態様によると、ウェハの縁部を検出するための方法は、
【０１４８】
フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、少なくとも１つのエンドエフェクタがフレームに対して直線状に横断するように搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームを提供することと、
【０１４９】
搬送アームに連結される光学式縁部検出センサを用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行することと、

【０１５０】
フレームに接続される照明光源を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面から反射されるコントラスト面を照明することであって、その表面はウェハの周縁部を描写し、コントラスト面は、光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向けられる、表面から反射されるコントラスト面が、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、ウェハの表面からの背景光反射を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置される、コントラスト面を照明することとを含み、
【０１５１】
ウェハの周縁部は、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。
【０１５２】
本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。
【０１５３】
本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。
【０１５４】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、各ウェハの縁部検出が、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされるように構成される。
【０１５５】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１５６】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。
【０１５７】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１５８】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、コントラスト面が、ウェハの下方にあるように、配置される。
【０１５９】
本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、コントラスト面が、ウェハの上方にあるように、配置される。
【０１６０】
本開示の１つまたは複数の態様によると、背景コントラスト面は、照明される背景を少なくとも部分的に形成し、ウェハの、コントラスト面の反対側に配置される。

【０１６１】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、反射されるコントラスト面と照明される背景との間で、および、反射されるコントラスト面と照明される背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。
【０１６２】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１６３】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１６４】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、コントラスト面を背面照明するように構成される。
【０１６５】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１６６】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。
【０１６７】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１６８】
本開示の１つまたは複数の態様によると、ウェハを整列させるための方法が提供される。方法は、
【０１６９】
フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、少なくとも１つのエンドエフェクタがフレームに対して直線状に横断するように、搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームを提供することと、
【０１７０】
搬送アームに連結される光学式縁部検出センサを用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を、ウェハが所定の参照位置に対して第１の位置にある状態で記録および実行することと、
【０１７１】
光学式縁部検出センサからの縁部検出データに基づいて、第１の位置から第２の位置へと、所定の参照位置に対するウェハの整列に変化をもたらすように、少なくとも部分的に搬送アームを用いて、ウェハを移動させることとを含み、
【０１７２】
縁部検出データは、フレームに接続される照明光源を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面を照明することによって生成され、その表面はウェハの周縁部を描写し、照明光源は、表面が、照明光源からの反射面照明を光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向け、少なくとも１つのエンドエ

フェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置され、

【０１７３】

ウェハの周縁部は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。

【０１７４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。

【０１７５】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。

【０１７６】

本開示の１つまたは複数の態様によると、各ウェハの縁部検出は、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされる。

【０１７７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０１７８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。

【０１７９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０１８０】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、背景がウェハの上方にあるように、配置される。

【０１８１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、背景がウェハの下方にあるように、配置される。

【０１８２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、背景に配置され、光学式縁部検出センサから見て、背景を光学的に空白化するように、配置される。

【０１８３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。

【０１８４】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１８５】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、コントラスト面は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通背景を形成する。
【０１８６】
本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１８７】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、バックライト付きの前景コントラスト面を備える。
【０１８８】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、前景コントラスト面および投光器を備える。
【０１８９】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。
【０１９０】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。
【０１９１】
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。
【０１９２】
本開示の１つまたは複数の態様によると、ウェハを整列させるための方法が提供される。方法は、
【０１９３】
フレームに移動可能に取り付けられ、少なくとも１つのエンドエフェクタを有する搬送アームであって、少なくとも１つのエンドエフェクタは、フレームに対して直線状に横断するように、搬送アームに移動可能に取り付けられる搬送アームを提供することと、
【０１９４】
搬送アームに連結される光学式縁部検出センサを用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出を記録および実行することであって、光学式縁部検出センサからの縁部検出データにより、搬送アームに通信されるウェハ整列データが判定される、ウェハの縁部検出を記録および実行することと、
【０１９５】
フレームに接続される照明光源を用いて、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの表面を照明することであって、その表面はウェハの周縁部を描写し、照明光源は、表面が、照明光源からの反射面照明を光学式縁部検出センサに、または光学式縁部検出センサの方向へと向け、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に、光学式縁部検出センサから見て、ウェハの周縁部において、背景の背景反射光を光学的に空白化するように、光学式縁部検出センサに対して配置さ

れる、ウェハの表面を照明することとを含み、

【０１９６】

ウェハの周縁部は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成され、少なくとも１つのエンドエフェクタにより支持されるウェハの直線状の横断と同時に縁部検出をもたらすように、光学式縁部検出センサによって記録される画像コントラストにおいて、浮き彫りとなって画定される。

【０１９７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、フレームに対して第１方向に、搬送アームと共にユニットとして直線状に横断する。

【０１９８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、エンドエフェクタは、搬送アームに対して第２方向に、直線状に横断する。

【０１９９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、各ウェハの縁部検出は、搬送アーム上の少なくとも１つのエンドエフェクタの各エンドエフェクタの第２方向の横断により、および、第２方向の横断と同時にもたらされる。

【０２００】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサが、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０２０１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、光学式縁部検出センサは、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通センサである。

【０２０２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、フレームに固定的に取り付けられ、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０２０３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの後側表面に向けられ、背景がウェハの上方にあるように、配置される。

【０２０４】

本開示の１つまたは複数の態様によると、光学式縁部検出センサは、光学式縁部検出センサの視野が、エンドエフェクタにより支持されるウェハの前側表面に向けられ、背景がウェハの下方にあるように、配置される。

【０２０５】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、背景に配置され、光学式縁部検出センサから見て、背景を光学的に空白化するように、配置される。

【０２０６】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景との間で、および、ウェハ表面反射と光学的に空白化された背景とにより形成される画像コントラストを形成するように、グレースケールまたは暗色であり、コントラスト面は、周縁部を浮き彫りにして画定する光学式縁部検出センサによって記録される。

【０２０７】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、コントラスト面が、フレ

ームに対して搬送アームと共にユニットとして移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０２０８】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、コントラスト面は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通背景を形成する。

【０２０９】

本開示の１つまたは複数の態様によると、コントラスト面は、フレームに固定的に取り付けられ、コントラスト面は、コントラスト面を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０２１０】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、バックライト付きの前景コントラスト面を備える。

【０２１１】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、前景コントラスト面および投光器を備える。

【０２１２】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、照明光源が、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられる。

【０２１３】

本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、搬送アームと共にユニットとしてフレームに対して移動するように、搬送アームに取り付けられ、照明光源は、少なくとも１つのエンドエフェクタにより同時に支持される２つ以上のウェハの各ウェハの縁部検出をもたらす共通照明を形成する。

【０２１４】

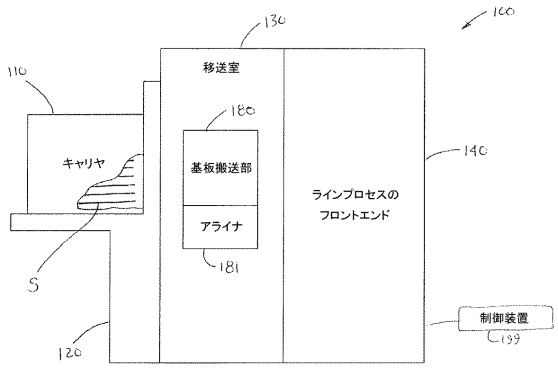
本開示の１つまたは複数の態様によると、照明光源は、フレームに固定的に取り付けられ、照明光源は、照明光源を通過するウェハの直線状の横断と同時に、エンドエフェクタにより支持されるウェハの縁部検出をもたらす。

【０２１５】

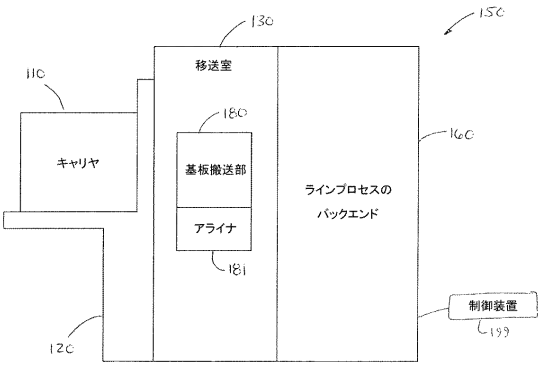
前述の説明は、本開示の態様の単なる例示であることが理解されるべきである。様々な代替例および修正例が、当業者により本開示の態様から逸脱することなく考案され得る。したがって、本開示の態様は、本明細書に添付される請求項の範囲内に入るそのような代替例、修正例および変形例のすべてを包括するように意図される。さらに、単に、異なる特徴が相互に異なる従属請求項または独立請求項に記載されるということは、これらの特徴の組合せが有利に使用され得ないということを意味せず、そのような組み合わせは、本開示の態様の範囲内に留まる。

【図面】

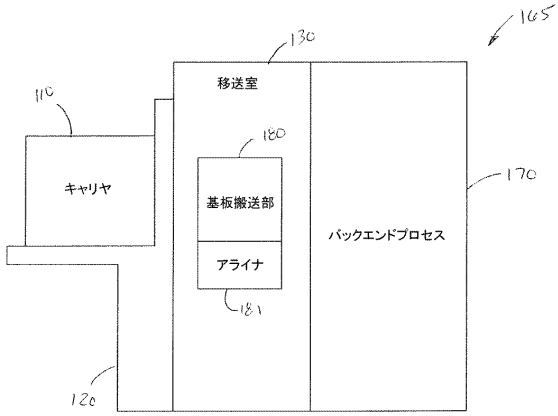
【図１Ａ】



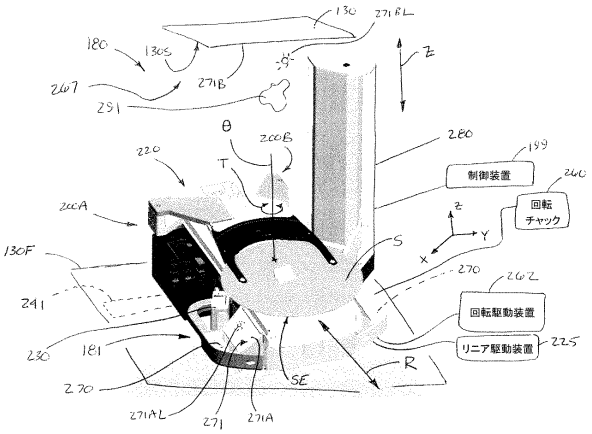
【図１Ｂ】



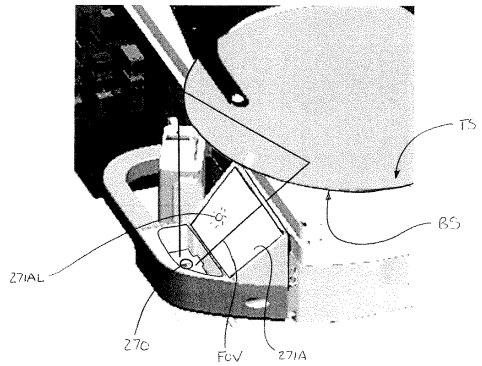
【図１Ｃ】



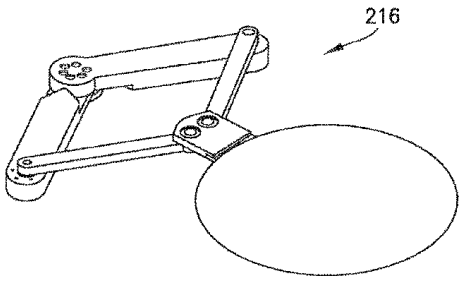
【図２Ａ】



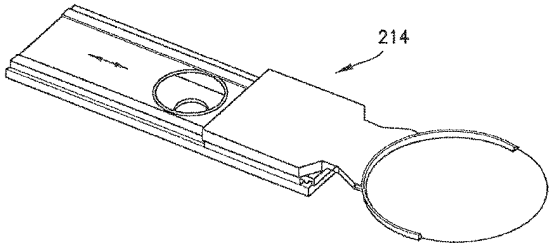
【図２Ｂ】



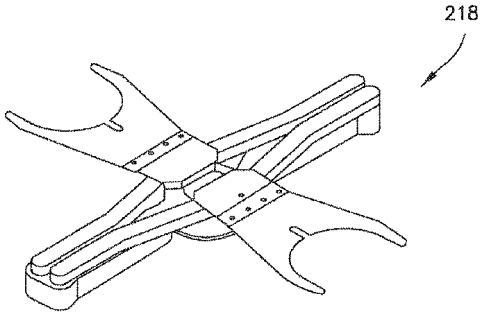
【図２Ｃ】



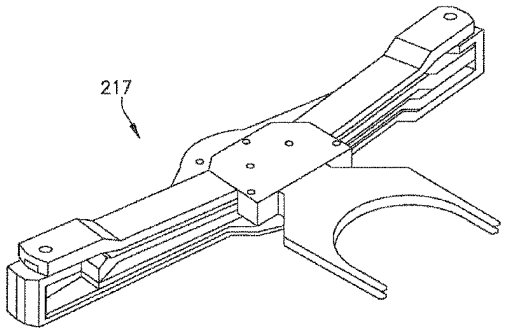
【図２Ｄ】



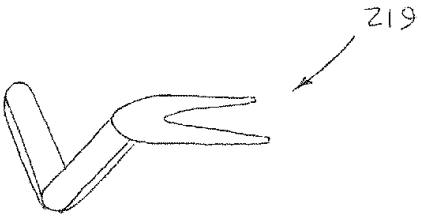
【図２Ｅ】



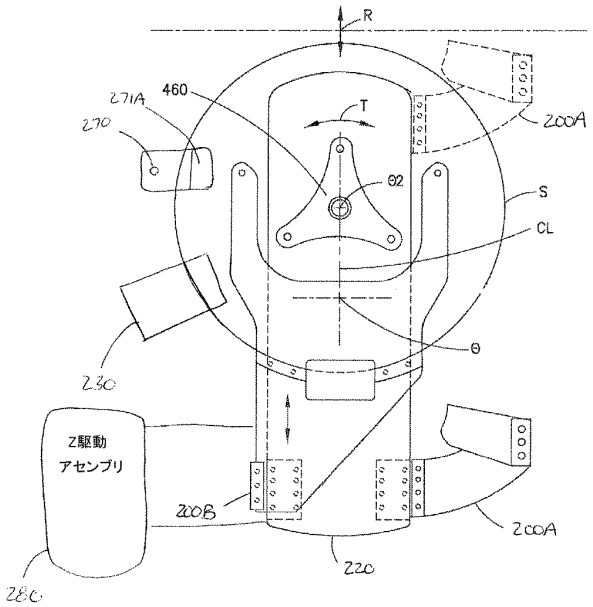
【図２Ｆ】



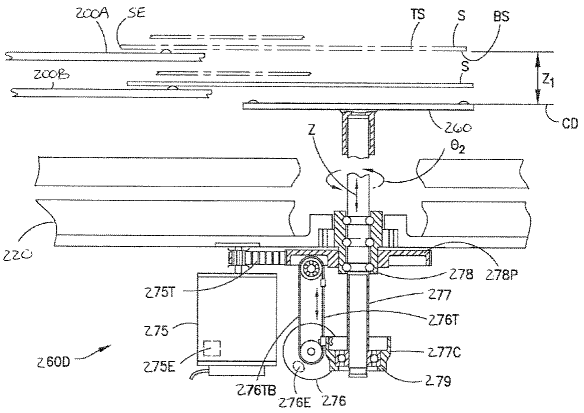
【図２Ｇ】



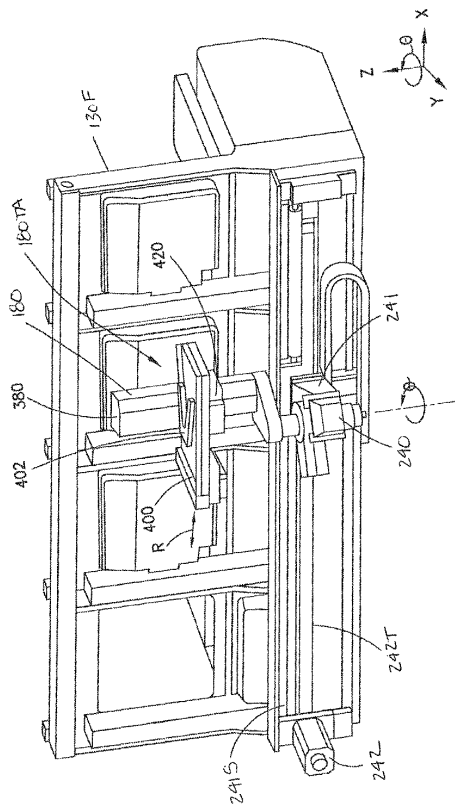
【図２Ｈ】



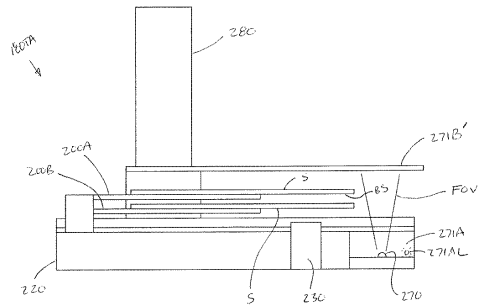
【図２Ｉ】



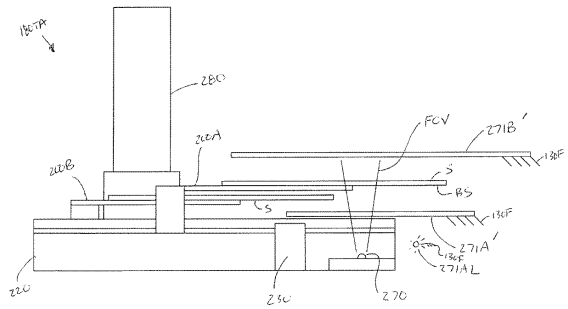
【図２Ｊ】



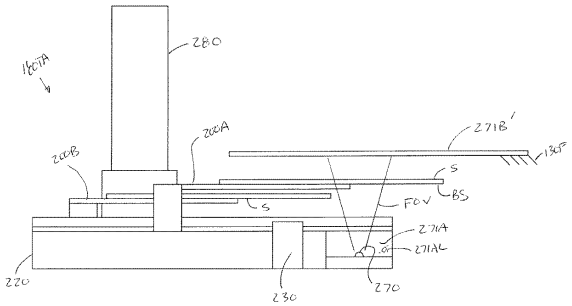
【図２Ｋ】



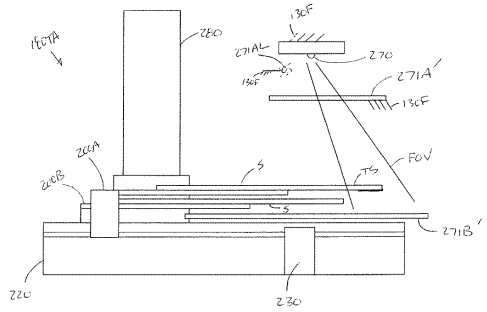
【図２Ｌ】



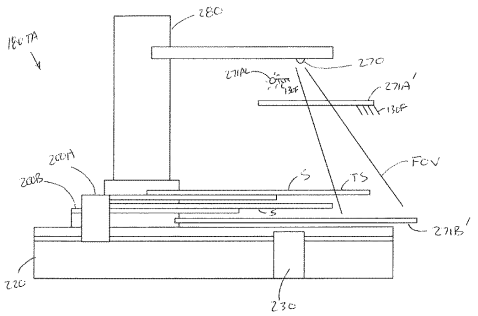
【図２Ｍ】



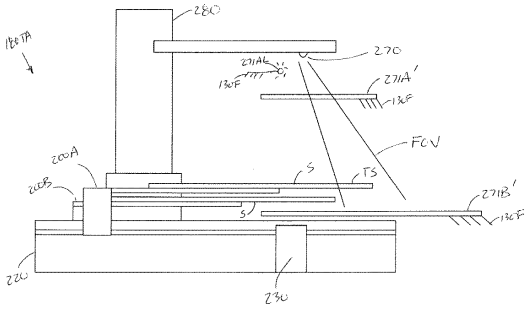
【図２Ｎ】



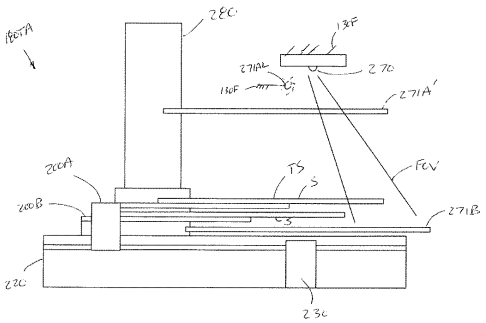
【図２Ｏ】



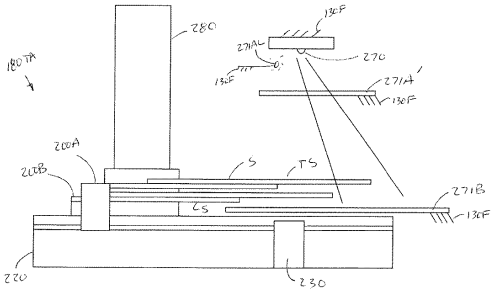
【図２Ｐ】



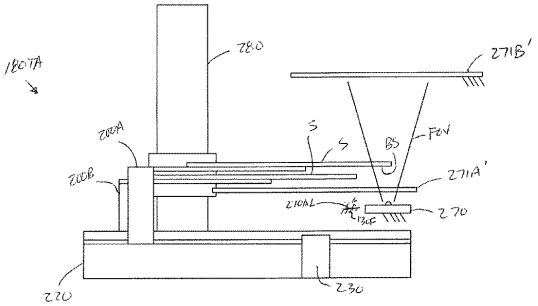
【図２Ｑ】



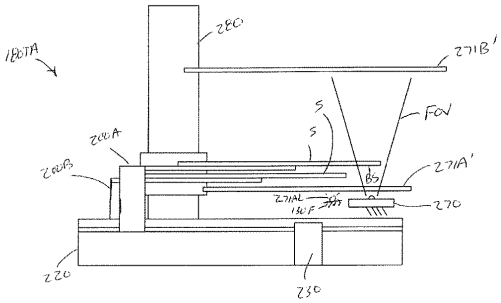
【図２Ｒ】



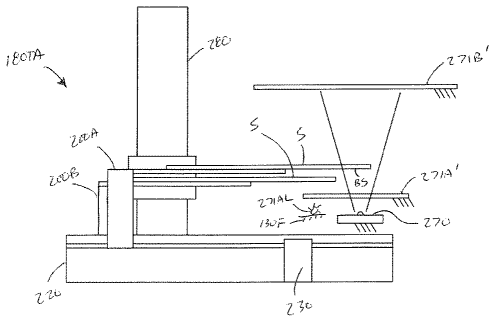
【図２Ｓ】



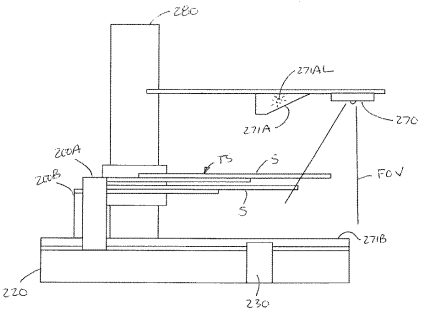
【図２Ｔ】



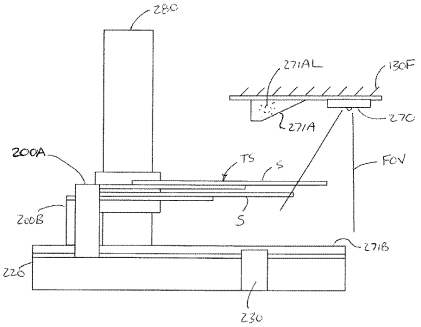
【図２Ｕ】



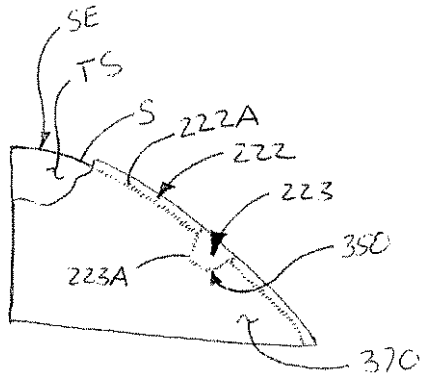
【図２Ｖ】



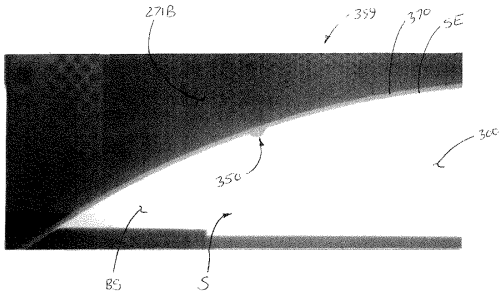
【図２Ｗ】



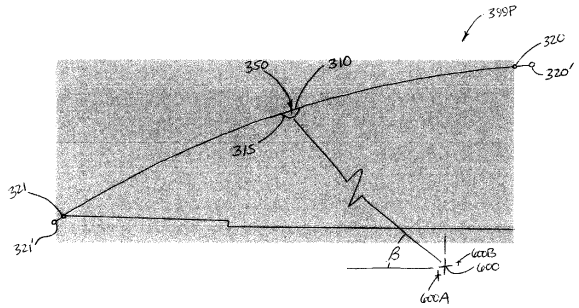
【図２Ｘ】



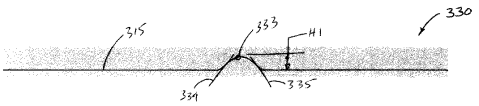
【図３Ａ】



【図３Ｂ】



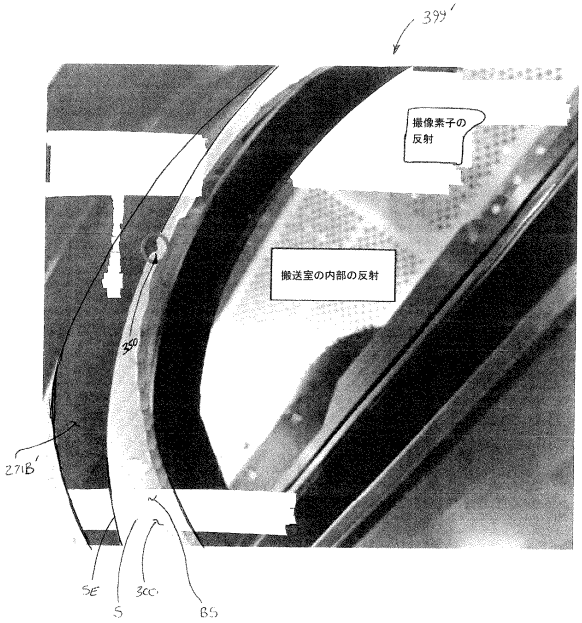
【図３Ｃ】



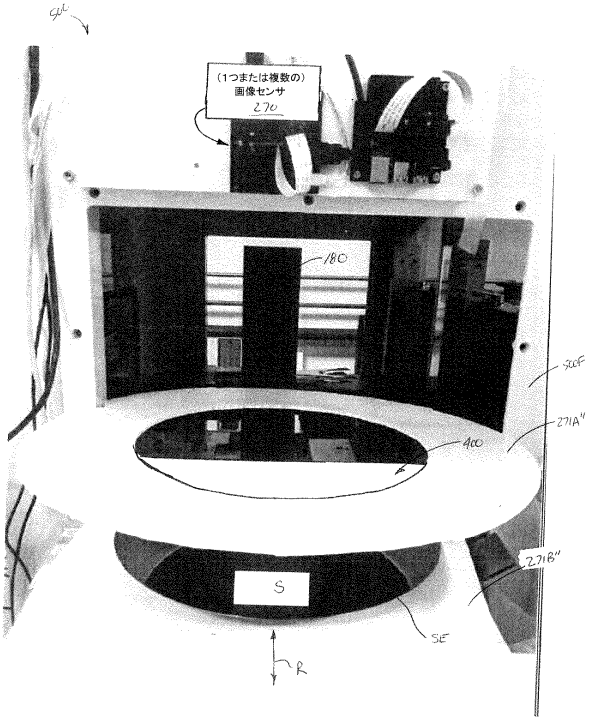
【図４Ａ】



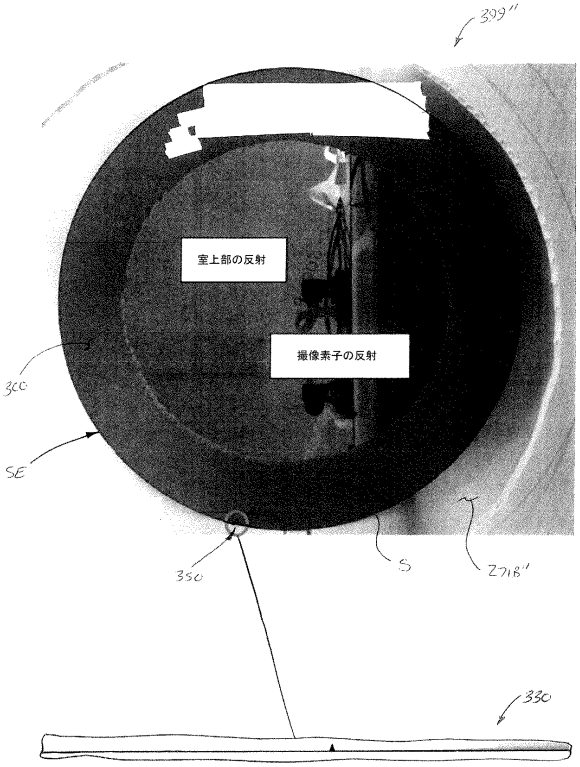
【図４Ｂ】



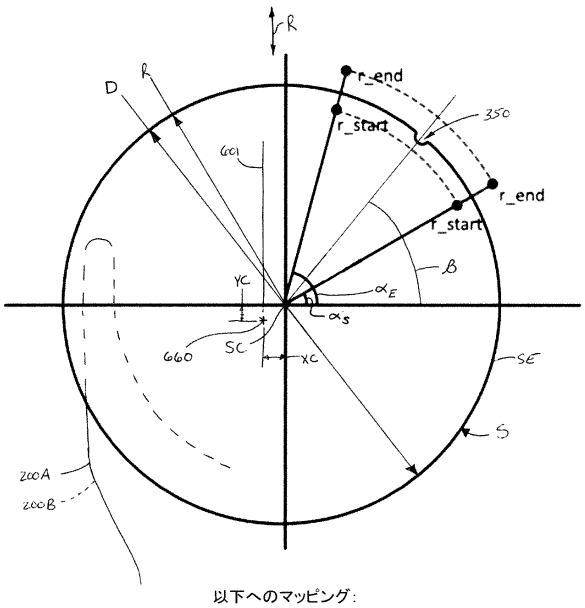
【図５Ａ】



【図５Ｂ】

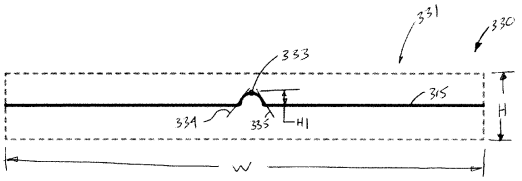


【図６Ａ】

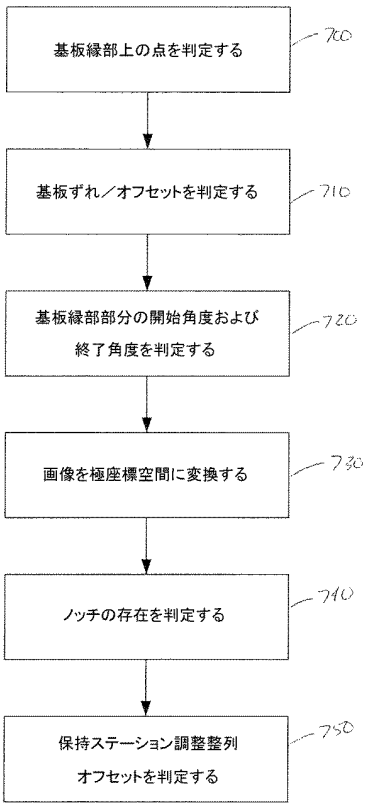


以下へのマッピング：

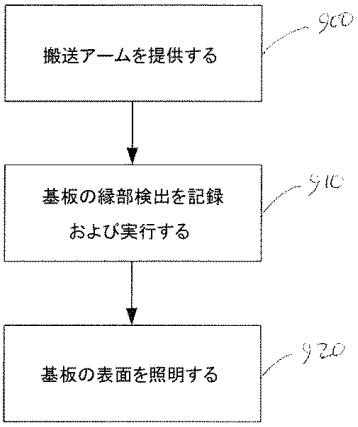
【図６Ｂ】



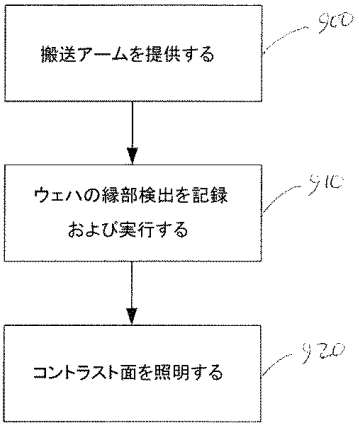
【図７】



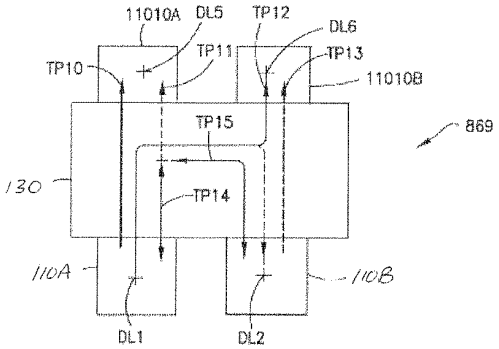
【図８】



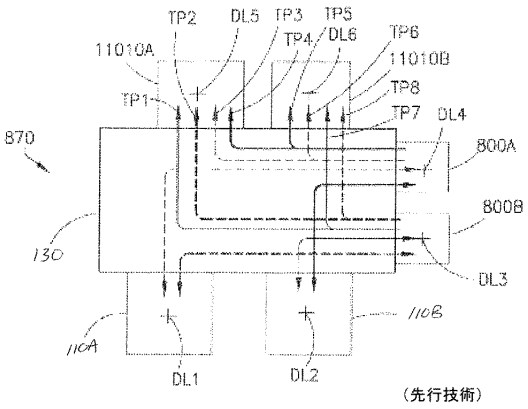
【図９】



【図１０Ａ】



【図１０Ｂ】



（先行技術）

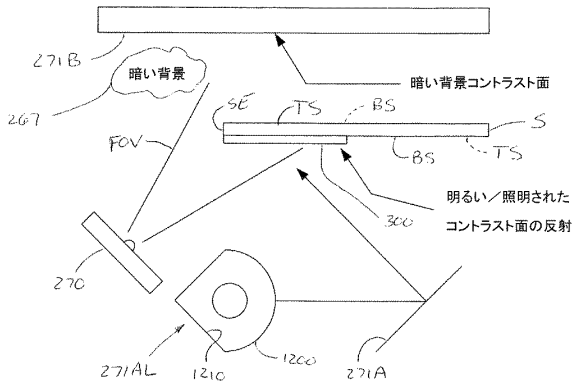
【図１１】

従来の移送時間
成形基板をカセットから取り出す
成形基板をカセットから 固定アライナに移送する
成形基板を固定アライナに配置する
成形基板を整列する／読み取る
成形基板を固定アライナから取り出す
成形基板を固定アライナから 保持場所に移送する
成形基板を保持場所に配置する

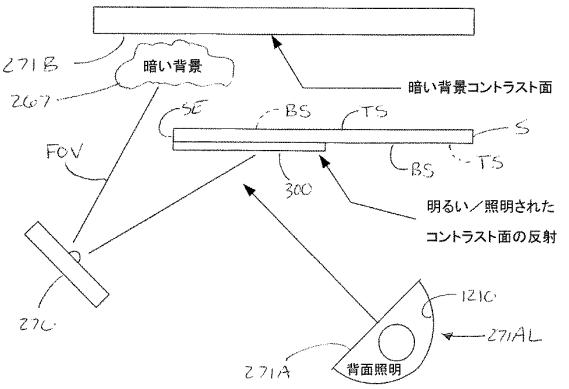
移送時間
成形基板をカセットから取り出す
オンザフライ方式の整列／読み取りとともに、 成形基板を保持場所に移送する
成形基板を保持場所に配置する**

** 保持場所は、基板が取り出されたロードポートのカセット、別のロードポートの別のカセット、ロードロック、およびラインプロセスのバックエンドの処理モジュールのうちの1つまたは複数である。

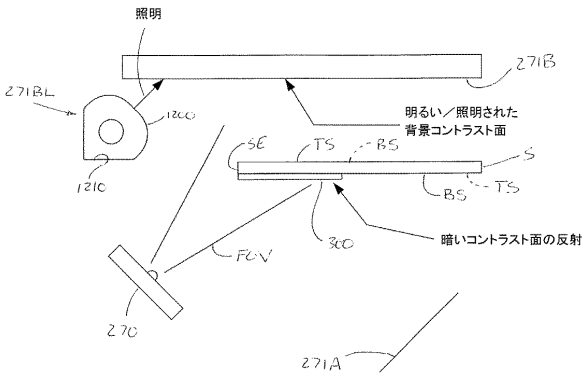
【図１２Ａ】



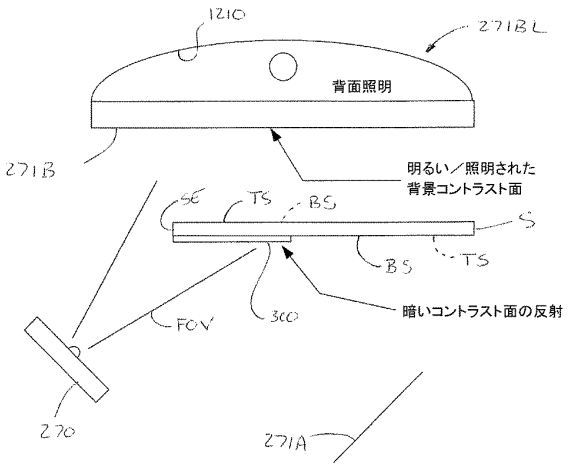
【図１２Ｂ】



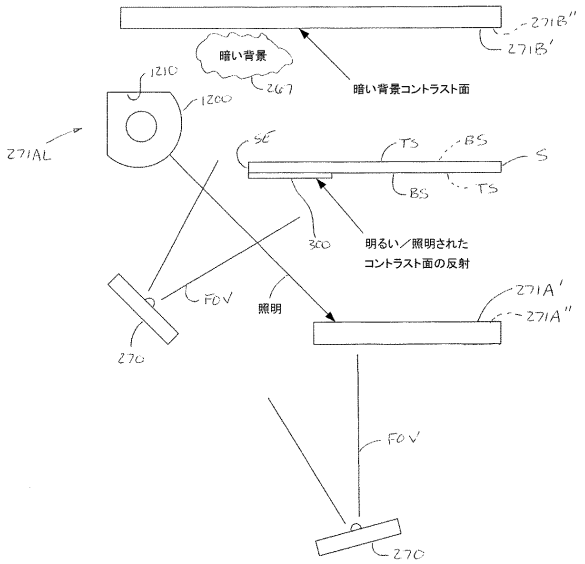
【図１２Ｃ】



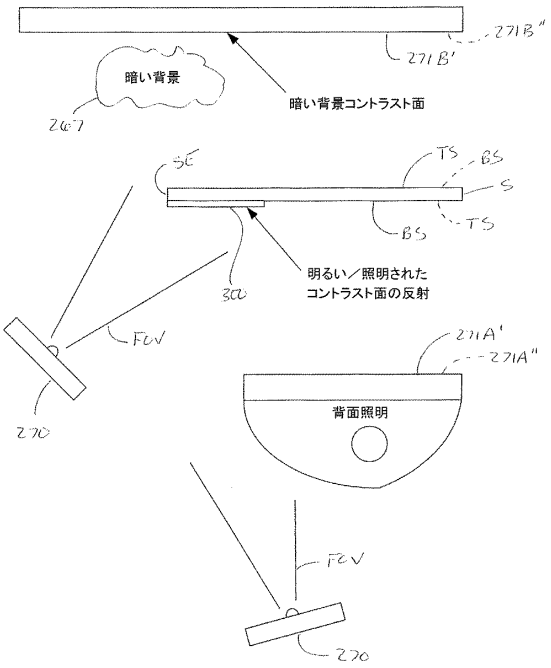
【図１２Ｄ】



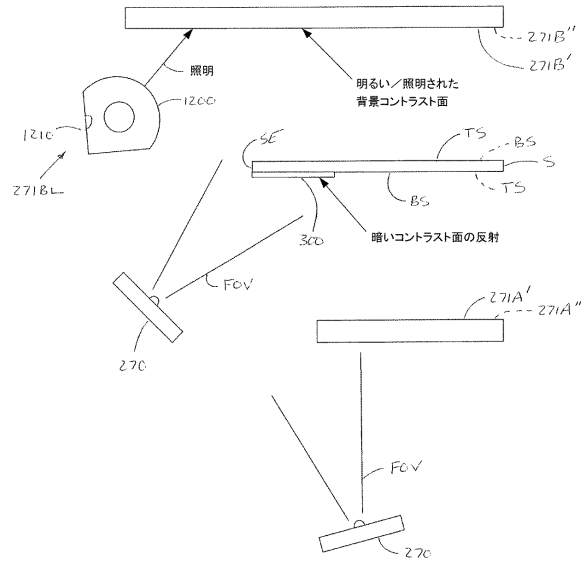
【図１３Ａ】



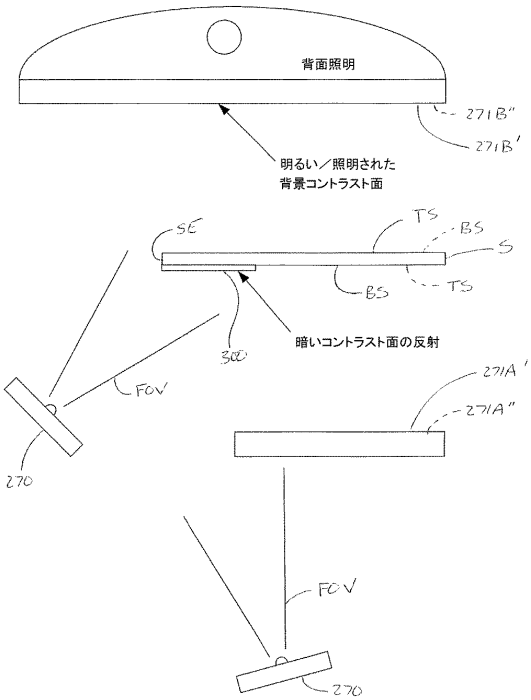
【図１３Ｂ】



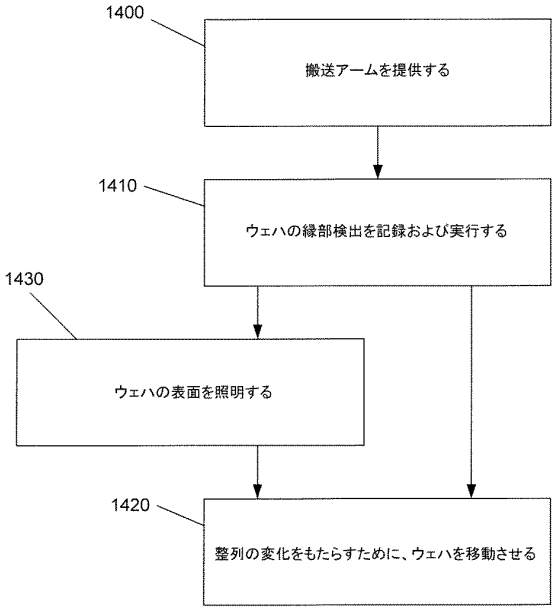
【図１３Ｃ】



【図１３Ｄ】



【図１４】


1400
搬送アームを提供する
1410
ウェハの縁部検出を記録および実行する
1430
ウェハの表面を照明する
1420
整列の変化をもたらすために、ウェハを移動させる

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００９－８８１８４（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／１３３２５３（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１２／２６８５８５（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／６８
Ｇ０１Ｂ　１１／００