

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-503164
(P2017-503164A)

(43) 公表日 平成29年1月26日(2017.1.26)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO 1 B 11/24 (2006.01)		GO 1 B	11/24	K 2 F 0 6 5
HO 1 L 21/66 (2006.01)		HO 1 L	21/66	J 4 M 1 0 6
		HO 1 L	21/66	P

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2016-540002 (P2016-540002)
 (86) (22) 出願日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年6月15日 (2016. 6. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2014/005620
 (87) 国際公開番号 W02015/099251
 (87) 国際公開日 平成27年7月2日 (2015. 7. 2)
 (31) 優先権主張番号 10-2013-0162085
 (32) 優先日 平成25年12月24日 (2013.12.24)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

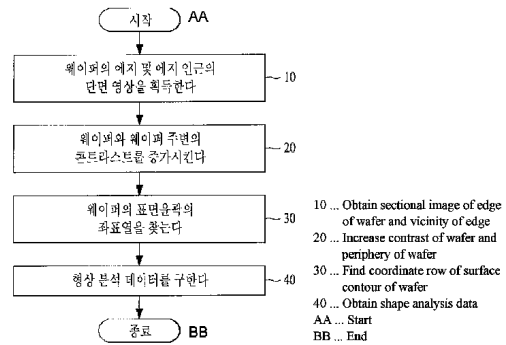
(71) 出願人 511097289
 エルジー・シリترون・インコーポレーテッド
 大韓民国・730-724・ギョンサンブクード・グミーシ・イムスーロ・53
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (72) 発明者 イ, ジェ・ヒョン
 大韓民国・39400・ギョンサンブクード・グミーシ・3ゴندان 3-ロ・132-11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハー形状分析方法および装置

(57) 【要約】

実施例のウェハー形状分析方法は、分析対象であるウェハーを示す断面映像を獲得する段階と、断面映像からウェハーの表面輪郭の座標列を探す段階および座標列を利用して、ウェハーの形状に対する情報を有する形状分析データを求める段階を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分析対象であるウェハーを示す断面映像を獲得する段階；
前記断面映像から前記ウェハーの表面輪郭の座標列を探す段階；および
前記座標列を利用して、前記ウェハーの形状に対する情報を有する形状分析データを求める段階を含む、ウェハー形状分析方法。

【請求項 2】

前記断面映像は前記ウェハーのエッジおよびエッジ付近を示し、前記ウェハーの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近の形状を含む、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

10

【請求項 3】

前記断面映像を獲得する段階は、
電子顕微鏡で前記ウェハーのエッジおよび前記エッジ付近を撮影する段階を含む、請求項 2 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 4】

前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは前記ウェハー形状の大きさの 1 % 以下である、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 5】

前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは $0.25 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ である、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

20

【請求項 6】

前記断面映像を獲得する段階は、
前記エッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影して複数の区分映像を獲得する段階；および
前記複数の区分映像を組み合わせる前記断面映像を獲得する段階を含む、請求項 2 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 7】

前記複数の区分映像を組み合わせる段階は、
前記複数の区分映像それぞれの輝度を分析し、類似輝度を有する区間をオーバーラップして前記断面映像を獲得する段階を含む、請求項 4 に記載のウェハー形状分析方法。

30

【請求項 8】

前記断面映像で前記ウェハーと前記ウェハー周辺のコントラストを増加させる段階をさらに含み、
前記表面輪郭の座標列は前記コントラストが増加した前記断面映像から探す、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 9】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、
前記断面映像から各ピクセルの輝度を求める段階；
隣接したピクセル間の輝度差を求める段階；
前記輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定する段階；
前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるとき、前記仮輪郭ピクセルを再決定する段階；および
前記仮表面輪郭の修正が要求されないとき、前記仮輪郭ピクセルの配列を前記表面輪郭の座標列として決定する段階を含む、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

40

【請求項 10】

前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、
前記輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示した前記隣接したピクセルを探して仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含む、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 11】

前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、

50

前記輝度差が大きい順序で羅列し、羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含む、請求項 9 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 2】

前記仮表面輪郭の修正は作業者によって要求される、請求項 9 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 3】

前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱するとき、前記仮表面輪郭の修正が要求されるものと決定する、請求項 9 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 4】

前記臨界距離は 1 ピクセル～100 ピクセルである、請求項 1 3 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 5】

前記臨界距離は前記仮表面輪郭から 10 % 以内の距離である、請求項 1 3 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 6】

前記臨界距離は前記ウェハの形状の大きさの 1 % に該当する距離である、請求項 1 3 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 7】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、
前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換する段階をさらに含む、請求項 9 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 8】

前記輝度差が臨界輝度範囲を逸脱するとき、前記相対的に大きい輝度差として決定する、請求項 1 0 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 1 9】

前記臨界輝度範囲は 0.01 グレースケール～0.1 グレースケールである、請求項 1 8 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 2 0】

前記形状分析データを求める段階は、
離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングする段階；および
前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算する段階を含む、請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 2 1】

前記形状分析データは、
前記エッジと前記エッジ付近全体が形成する曲率を含む、請求項 2 0 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 2 2】

前記形状分析データは、
未加工部の面積と加工部の面積を利用して導き出したギャップ面積を正規化したギャップ面積を含む、請求項 2 0 に記載のウェハ形状分析方法。

【請求項 2 3】

分析対象であるウェハを示す断面映像を獲得する映像獲得部；
前記映像獲得部から出力された前記断面映像から前記ウェハの表面輪郭の座標列を探す表面輪郭決定部；および
前記表面輪郭決定部から出力された前記座標列を利用して前記ウェハの形状に対する情報を有する形状分析データを算出するデータ分析部を含む、ウェハ形状分析装置。

【請求項 2 4】

前記断面映像は前記ウェハのエッジおよびエッジ付近を示し、
前記ウェハの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近に対する形状を含む、請求項 2

10

20

30

40

50

3 に記載のウェハー形状分析装置。

【請求項 25】

前記映像獲得部は、

前記ウェハーのエッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影する撮影部；および

前記撮影部で複数回撮影された複数の区分映像を組み合わせて前記断面映像を生成する映像組合部を含む、請求項 24 に記載のウェハー形状分析装置。

【請求項 26】

前記断面映像で前記ウェハーと前記ウェハー周辺のコントラストを増加させて前記表面輪郭決定部へ出力するコントラスト調整部をさらに含み、

前記表面輪郭決定部は前記コントラスト調整部から出力される増加したコントラストを有する前記断面映像から前記座標列を探す、請求項 23 に記載のウェハー形状分析装置。

10

【請求項 27】

前記表面輪郭決定部は、

前記断面映像で各ピクセルの輝度を決定する輝度決定部；

前記輝度決定部から出力される輝度を受けて、隣接したピクセル間の輝度差を算出する輝度差算出部；

前記算出された輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定し、修正要求信号に応答して前記仮輪郭ピクセルを再決定するか前記仮輪郭ピクセルを出力する仮輪郭ピクセル決定部；

前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるかをチェックして前記修正要求信号を発生する輪郭修正チェック部；および

20

前記仮輪郭ピクセル決定部から受けた前記仮輪郭ピクセルの配列を前記ウェハーの表面輪郭の座標列として決定して出力する座標列決定部を含む、請求項 23 に記載のウェハー形状分析装置。

【請求項 28】

前記仮輪郭ピクセル決定部は、

前記算出された輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示す隣接したピクセルを探して前記仮輪郭ピクセルとして決定する、請求項 27 に記載のウェハー形状分析装置。

【請求項 29】

前記仮輪郭ピクセル決定部は、

前記算出された輝度差が大きい順序で羅列し、前記羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを前記仮輪郭ピクセルとして決定する、請求項 27 に記載のウェハー形状分析装置。

30

【請求項 30】

前記輪郭修正チェック部は、

前記仮表面輪郭の修正が作業者によって要求されているかあるいは前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱しているかを検査し、前記修正要求信号を発生する、請求項 27 に記載のウェハー形状分析装置。

【請求項 31】

前記表面輪郭決定部は、

前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換して出力する座標変換部をさらに含み、請求項 23 に記載のウェハー形状分析装置。

40

【請求項 32】

前記データ分析部は、

離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングするスムージング部；

前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算するデータ計算部；および

前記データ計算部で計算された結果を前記形状分析データとして出力するデータ出力部を含む、請求項 23 に記載のウェハー形状分析装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施例はウェハー形状分析方法および装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体素子はウェハー上に形成される。このとき、半導体素子の高集積化および高歩留まりのために、ウェハーのエッジは高純度 (high-purity) を有し、半導体素子の製造工程に見合う適切な形状を有することが要求されている。このために、ウェハーのエッジの形状を分析することができる実用的で簡便な方法が要求される。例えば、ウェ 10
ハーエッジの形状のうち、最も重要な数学的パラメーターの一つは曲率 (curvature) であり、ウェハーのエッジとウェハーの前面が形成する全体の曲率はできる限り小さくしなければならない。それは、曲率が小さくないとウェハーの前面とウェハーのエッジが互いに境界なく滑らかに形成されないためである。

【0003】

しかし、ウェハーのエッジと前面が形成する曲率が小さくない場合、ウェハー上に半導体素子を製作するための工程において、フォトレジスト (PR) などがウェハー上に不均一にコーティングされ得るなど、致命的な問題が発生す恐れがある。

【0004】

ウェハーのエッジの形状を分析するための既存の方法の一つは、レーザー散乱などの光学的原理を通じてウェハー表面の粗さ (roughness) を分析した。しかし、このような既存の方法は精巧に整列 (align) された高価の装備を要求するだけでなく、エッジの曲率計算に該当する極めて精密な分析のために、レーザー焦点 (spot) の大きさをさらに小さくしなければならない技術的な負担が伴われる。 20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

実施例は、レーザーなどのような別途装備を必要とすることなく、映像処理技法を通じてウェハーの形状を簡単に分析できるウェハー形状分析方法および装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施例に係るウェハー形状分析方法は、分析対象であるウェハーを示す断面映像を獲得する段階；前記断面映像から前記ウェハーの表面輪郭の座標列を探す段階；および前記座標列を利用して、前記ウェハーの形状に対する情報を有する形状分析データを求める段階を含むことができる。

【0007】

前記断面映像は前記ウェハーのエッジおよびエッジ付近を示し、前記ウェハーの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近の形状を含むことができる。

【0008】

前記断面映像を獲得する段階は、電子顕微鏡で前記ウェハーのエッジおよび前記エッジ付近を撮影する段階を含むことができる。前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは前記ウェハー形状の大きさの1%以下であり得る。また、前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは0.25 μm ~ 2 μmであり得る。 40

【0009】

前記断面映像を獲得する段階は、前記エッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影して複数の区分映像を獲得する段階；および前記複数の区分映像を組み合わせる前記断面映像を獲得する段階を含むことができる。

【0010】

前記複数の区分映像を組み合わせる段階は、前記複数の区分映像それぞれの輝度を分析 50

し、類似輝度を有する区間をオーバーラップして前記断面映像を獲得する段階を含むことができる。

【0011】

前記ウェハ形状分析方法は、前記断面映像で前記ウェハと前記ウェハ周辺のコントラストを増加させる段階をさらに含み、前記表面輪郭の座標列は前記コントラストが増加した前記断面映像から探し出すことができる。

【0012】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、前記断面映像から各ピクセルの輝度を求める段階；隣接したピクセル間の輝度差を求める段階；前記輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定する段階；前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求される時、前記仮輪郭ピクセルを再決定する段階；および前記仮表面輪郭の修正が要求されないとき、前記仮輪郭ピクセルの配列を前記表面輪郭の座標列として決定する段階を含むことができる。

10

【0013】

前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、前記輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示した前記隣接したピクセルを探して仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含むことができる。

【0014】

または、前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、前記輝度差が大きい順序で羅列し、羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含むことができる。

20

【0015】

前記仮表面輪郭の修正は作業者によって要求され得る。

【0016】

前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱するとき、前記仮表面輪郭の修正が要求されるものと決定することができる。前記臨界距離は1ピクセル～100ピクセルであり得る。または、前記臨界距離は前記仮表面輪郭から10%以内の距離であり得る。または、前記臨界距離は前記ウェハの形状の大きさの1%に該当する距離であり得る。

【0017】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換する段階をさらに含むことができる。

30

【0018】

前記輝度差が臨界輝度範囲を逸脱するとき、前記相対的に大きい輝度差として決定することができる。前記臨界輝度範囲は0.01グレースケール～0.1グレースケールであり得る。

【0019】

前記形状分析データを求める段階は、離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングする段階；および前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算する段階を含むことができる。

【0020】

前記形状分析データは、前記エッジと前記エッジ付近全体が形成する曲率を含むことができる。

40

【0021】

また、前記形状分析データは、未加工部の面積と加工部の面積を利用して導き出したギャップ面積を正規化した正規化されたギャップ面積を含むことができる。

【0022】

他の実施例に係るウェハ形状分析装置は、分析対象であるウェハを示す断面映像を獲得する映像獲得部；前記映像獲得部から出力された前記断面映像から前記ウェハの表面輪郭の座標列を探す表面輪郭決定部；および前記表面輪郭決定部から出力された前記座標列を利用して前記ウェハの形状に対する情報を有する形状分析データを算出するデー

50

タ分析部を含むことができる。

【0023】

前記断面映像は前記ウェハーのエッジおよびエッジ付近を示し、前記ウェハーの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近に対する形状を含むことができる。

【0024】

前記映像獲得部は、前記ウェハーのエッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影する撮影部；および前記撮影部で複数回撮影された複数の区分映像を組み合わせて前記断面映像を生成する映像組合部を含むことができる。

【0025】

前記ウェハー形状分析装置は、前記断面映像で前記ウェハーと前記ウェハー周辺のコントラストを増加させて前記表面輪郭決定部に出力するコントラスト調整部をさらに含み、前記表面輪郭決定部は前記コントラスト調整部から出力される増加したコントラストを有する前記断面映像から前記座標列を探すことができる。

10

【0026】

前記表面輪郭決定部は、前記断面映像で各ピクセルの輝度を決定する輝度決定部；前記輝度決定部から出力される輝度を受けて、隣接したピクセル間の輝度差を算出する輝度差算出部；前記算出された輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定し、修正要求信号にตอบสนองして前記仮輪郭ピクセルを再決定するか前記仮輪郭ピクセルを出力する仮輪郭ピクセル決定部；前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるかをチェックして前記修正要求信号を発生する輪郭修正チェック部；および前記仮輪郭ピクセル決定部から受けた前記仮輪郭ピクセルの配列を前記ウェハーの表面輪郭の座標列として決定して出力する座標列決定部を含むことができる。

20

【0027】

前記仮輪郭ピクセル決定部は、前記算出された輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示す隣接したピクセルを探して前記仮輪郭ピクセルとして決定することができる。

【0028】

または、前記仮輪郭ピクセル決定部は、前記算出された輝度差が大きい順序で羅列し、前記羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを前記仮輪郭ピクセルとして決定することができる。

【0029】

前記輪郭修正チェック部は、前記仮表面輪郭の修正が作業者によって要求されているかあるいは前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱しているかを検査し、前記修正要求信号を発生することができる。

30

【0030】

前記表面輪郭決定部は、前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換して出力する座標変換部をさらに含むことができる。

【0031】

前記データ分析部は、離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングするスムージング部；前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算するデータ計算部；および前記データ計算部で計算された結果を前記形状分析データとして出力するデータ出力部を含むことができる。

40

【発明の効果】

【0032】

実施例に係るウェハー形状分析方法および装置はウェハーの形状、例えばウェハーのエッジとエッジ付近に対する高解像度の断面映像を獲得し、獲得した断面映像からウェハー表面輪郭の座標列を求め、これを数学的座標系で曲線で表現することができるので、曲線を数学的に処理してウェハーの形状に関する形状分析データを数値化して表現することができ、特別な測定装備を必要とすることなく、曲率だけでなくウェハーの形状を規定する多様な因子を簡便に分析することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【0033】

【図1】実施例に係るウェハ形状分析方法を説明するためのフローチャート。

【図2】図1に図示された方法によってその形状が分析されるウェハおよびその拡大断面図。

【図3(a) - 3(c)】互いに異なる曲率を有する3枚の断面映像のサンプルを例示的に示す図面。

【図4】図1に図示された第10段階の実施例を説明するためのフローチャート。

【図5(a) - 5(d)】区分映像の理解を助けるための例示的な図面。

【図6(a) - 6(c)】図3(a) ~ 図3(c)に例示された各断面映像サンプルのコントラストを増加させた様子を示している図面。

10

【図7】図1の第30段階に対する実施例を説明するためのフローチャート。

【図8】図2に図示された「A」部分を拡大図示した図面。

【図9(a) - 9(c)】図6(a) ~ 図6(c)に図示された断面映像に対して第30段階を遂行して得られた断面映像をそれぞれ示した図面。

【図10】図1の第40段階の実施例を説明するためのフローチャート。

【図11a - 11c】図9(c)に図示された各部分のスージングを説明するためのグラフ。

【図12】図9(a) ~ 図9(c)に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスージングした結果を1次微分した結果をそれぞれ示したグラフ。

20

【図13】図9(a) ~ 図9(c)に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスージングした結果を数学式1に代入して求めた曲率をそれぞれ示したグラフ。

【図14】正規化されたギャップ面積を説明するためのスージングされた曲線の例示を示した図面。

【図15】エッジの最大曲率に対する正規化されたギャップ面積の関係を示したグラフ。

【図16】エッジの曲率半径に対する正規化されたギャップ面積の関係を示したグラフ。

【図17】スロープ角度に対する正規化されたギャップ面積の関係を示したグラフ。

【図18】テーパ角度に対する正規化されたギャップ面積の関係を示したグラフ。

【図19】実施例に係るウェハ形状分析装置のブロック図。

【図20】図19に図示された映像獲得部の実施例のブロック図。

【図21】図19に図示された表面輪郭決定部の実施例のブロック図。

30

【図22】図19に図示されたデータ分析部の実施例のブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明を具体的に説明するために実施例を挙げて説明し、発明に対する理解を助けるために添付図面を参照して詳細に説明する。しかし、本発明に係る実施例は多様な形態に変形することができ、本発明の範囲は後述される実施例に限定されて解釈されてはならない。本発明の実施例は当業界で平均的な知識を有した者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

【0035】

以下、実施例に係るウェハ形状分析方法を添付された図面を参照して次の通り説明する。また、以下では、イメージで獲得することができるウェハのエッジ、ウェハ表面およびウェハ背面などのようなウェハの形状のうち、ウェハのエッジを例示にして実施例を説明するが、本実施例はウェハのエッジの他に、ウェハ表面および背面などのような他のウェハの形状に対しても適用できることはいうまでもない。

40

【0036】

図1は実施例に係るウェハ形状分析方法を説明するためのフローチャートである。

【0037】

図2は図1に図示された方法によってその形状が分析されるウェハ(W)およびその拡大断面50を示している。以下、ウェハ(W)の周辺をWP(Wafer Periphery)と称する。

50

【0038】

図1と図2を参照すれば、実施例に係るウェハ形状分析方法は、まず、ウェハ(W)の形状を示す断面映像を獲得する(第10段階)。ここで、獲得されたウェハ(W)の断面映像で見られるウェハ(W)の形状はウェハ(W)のエッジ(WE: Wafer Edge)およびエッジ付近(WF: Wafer Front)の形状を含むことができる。

【0039】

このために、例えばFIB(Focused Ion Beam)のような断面映像を取り得る分析法を適用することができる。

【0040】

第10段階で獲得される断面映像で、エッジ付近(WF)はウェハ(W)の前面(Front side)に該当し、エッジ(WE)付近に配置される。また、エッジ(WE)はベベル(bevel)部(WB)および頂点(WA: Wafer Apex)に区分することができる。ベベル部(WB)はエッジ(WE)で傾斜した部分を意味する。すなわち、ベベル部(WB)はウェハ(W)の前面(WF)で最大曲率を有する地点を過ぎて現れる平たくで傾斜した部分を意味する。頂点(WA)はウェハ(W)側部から突出した最も終端部を意味する。

【0041】

図2に図示された通り、エッジ(WE)の終端はウェハ(W)の厚さ中心を基準として対称であり得る。

【0042】

以下、本発明の理解を助けるために互いに異なるエッジの形状を有する3枚の例示的な断面映像を参照して実施例を説明するが、実施例は例示された断面映像と異なる断面映像に対しても同一に適用できることはいうまでもない。

【0043】

図3(a)~図3(c)は互いに異なる曲率(curvature)を有する3枚の断面映像のサンプルを例示的に示す図面であって、図2に例示された断面映像から一部52だけを拡大して図示した映像サンプルである。

【0044】

図3(a)~図3(c)の各断面映像のサンプルにおいて、Wはウェハに該当する部分で、WPはウェハの周辺に該当する部分である。3枚の断面映像サンプルを見ると、図3(a)に図示されたウェハの曲率が最も大きく、図3(c)に図示されたウェハの曲率が最も小さく、図3(b)に図示されたウェハの曲率は図3(a)と図3(c)に図示されたウェハの曲率の中間水準である。

【0045】

第10段階の一実施例によれば、SEM(Scanning Electron Microscope)やTEM(Transmission Electron Microscope)のような電子顕微鏡でウェハ(W)のエッジ(WE)およびエッジ付近(WF)を含む断面映像を精密に撮影することができる。

【0046】

また、一度にウェハ(W)を撮影して断面映像を獲得することもでき、複数回ウェハ(W)を撮影した後、最も良い解像度を示す断面映像を選択することもできる。例えば、図3(a)~図3(c)のように、図2に図示された部分52を撮影して3枚の断面映像のサンプルを獲得することができる。

【0047】

また、獲得された断面映像は高倍率で観察することができる。例えば、高解像度を有する断面映像を獲得するために、断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさはウェハ形状の大きさの1%以下であることもあり、好ましくは0.25 μ m~2 μ mであり得る。

【0048】

10

20

30

40

50

図4は図1に図示された第10段階の実施例10Aを説明するためのフローチャートである。

【0049】

図5(a)～図5(d)は区分映像の理解を助けるための例示的な図面である。

【0050】

第10段階の実施例10Aによれば、エッジ(WE)およびエッジ付近(WF)に対する複数の区分映像を獲得する(第12段階)。例えば、第10段階で獲得しようとする断面映像が図2に図示された部分50であると仮定する場合、ウェハー(W)を複数回撮影して図5(a)～図5(d)に例示されたような複数の区分映像を獲得することができる。ここで、複数の区分映像は前述した通り、電子顕微鏡によって獲得することができる。図5(a)～図5(d)の場合、一例として4つの区分映像だけが図示されているが、実施例はこれに限定されない。すなわち、4つよりも多いか少ない区分映像を獲得することができることはいうまでもない。

10

【0051】

第12段階を遂行した後、複数の区分映像を組み合わせて断面映像を獲得する(第14段階)。

【0052】

一実施例によれば、図5(a)～図5(d)に例示された複数の区分映像を組み合わせて図2に図示された断面映像50を獲得することができる。

【0053】

他の実施例によれば、後述される第30段階のウェハー(W)の表面輪郭の座標列を探す方法のように、複数の区分映像のそれぞれの輝度を分析し、類似輝度を有する区間をオーバーラップ(overlap)することによって、断面映像50を獲得することもできる。前述した通り、複数の区分映像を組み合わせて獲得された断面映像は一度に撮影された断面映像よりもさらに高解像度であり得る。

20

【0054】

一方、第10段階を遂行した後、断面映像でウェハー(W)とウェハー周辺(WP)のコントラスト(contrast)を増加させる(第20段階)。第20段階を遂行する場合、後述される第30段階でウェハー(W)の表面輪郭の座標列を高信頼性で探すことができる。ここで、「ウェハー(W)の表面輪郭」とは、図2を参照すれば、ウェハー(W)とウェハー周辺(WP)の境界60を意味する。この境界60はエッジ付近(WF)とエッジ(WE)に亘っている。

30

【0055】

図6(a)～図6(c)は図3(a)～図3(c)に例示された各断面映像サンプルのコントラストを増加させた様子を示している。

【0056】

例えば、図3(a)～図3(c)に例示された断面映像のコントラストを増加させる場合、図6(a)～図6(c)にそれぞれ図示されたように、白色で表現されたウェハー(W)と黒色で表現されたウェハー(W)の周辺(WF)が鮮明に区分され得る。

【0057】

場合により、実施例に係るウェハー形状分析方法は第20段階を遂行しないで省略することもできる。

40

【0058】

再び、図1を参照すれば、第20段階を遂行した後、コントラストが増加した断面映像からウェハー(W)の表面輪郭の座標列を探す(第30段階)。

【0059】

例えば、図6(a)～図6(c)に例示されたコントラストが増加した断面映像を利用してウェハー(W)の表面輪郭の座標列を探すことができる。しかし、第20段階が省略される場合、図3(a)～図3(c)に例示された断面映像を利用してウェハー(W)の表面輪郭の座標列を探すことができる。

50

【 0 0 6 0 】

図 7 は図 1 の第 3 0 段階に対する実施例 3 0 A を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 6 1 】

図 2 を参照すれば、ウェハー (W) の表面輪郭 6 0 に位置した隣接ピクセルはウェハー (W) 内部に位置した隣接ピクセルやウェハー周辺 (W P) の内部に位置した隣接ピクセルよりも大きい輝度差を示すであろう。このような点を利用してウェハー (W) の表面輪郭の座標列を次のように求めることができる。

【 0 0 6 2 】

図 7 を参照すれば、まず、断面映像から各ピクセルの輝度を求める (第 3 1 段階) 。

10

【 0 0 6 3 】

第 3 1 段階の後で隣接したピクセル間の輝度差を求める (第 3 2 段階) 。第 3 2 段階の後で輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを探す (第 3 3 段階) 。

【 0 0 6 4 】

一実施例によれば、輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示した隣接したピクセルを探して仮輪郭ピクセルとして決定することができる (第 3 3 段階) 。このために、例えば、輝度差が臨界輝度範囲を逸脱するかを検査し、輝度差が臨界輝度範囲を逸脱するとき、この輝度差を相対的に大きい輝度差として決定することができる。例えば、臨界輝度範囲は 0 . 0 1 グレースケール (gray scale) ~ 0 . 1 グレースケールであり得る。このとき、第 3 2 および第 3 3 段階は断面映像に含まれたすべてのピクセルに対して遂行されることもあり得るが、実施例はこれに限定されない。

20

【 0 0 6 5 】

他の実施例によれば、断面映像をグルーピングし、断面映像の各グループの輝度の散布を求め、他のグループよりも輝度の散布が大きいグループに対してのみ第 3 2 および第 3 3 段階を遂行することができる。それは、ウェハー (W) の表面輪郭を含まないグループに属するピクセルの輝度の散布は大きくないためである。この場合、断面映像に含まれたすべてのピクセルに対して第 3 2 および第 3 3 段階を遂行するときよりもはるかに迅速な時間内に第 3 2 および第 3 3 段階を遂行することができる。

【 0 0 6 6 】

さらに他の実施例によれば、第 3 2 段階の後、輝度差が大きい順序で羅列し、羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定することもできる。例えば、羅列された輝度差の全体の中から上位数 % ~ 数十 % の輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定することができる。

30

【 0 0 6 7 】

第 3 3 段階の後、決定された仮輪郭ピクセルからなる仮表面輪郭の修正が要求されるかを判断する (第 3 4 段階) 。

【 0 0 6 8 】

一実施例によれば、仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭が作業者に提供される場合、作業者は提供された仮表面輪郭を目視で確認することができる。目視で確認した結果、仮表面輪郭が誤って決定されたと判断される場合、作業者は仮表面輪郭の修正を要求することができる。例えば、仮表面輪郭が途切れたり、仮表面輪郭が複数の線条例えば 2 条で生成されたり、仮表面輪郭に異常点が存在する場合、作業者は仮表面輪郭に誤りがあると判断して仮表面輪郭の修正を要求することができる。

40

【 0 0 6 9 】

図 8 は図 2 に図示された「 A 」部分を拡大図示した図面である。

【 0 0 7 0 】

他の実施例によれば、第 3 4 段階は作業者の指示を必要とすることなく遂行することもできる。すなわち、仮表面輪郭を形成する仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱するとき、仮表面輪郭の修正が要求されるものと決定することもできる。図 8 を参照すれば、ピクセル (P 1 ~ P 4) が第 3 3 段階で仮輪郭ピクセルとして決定されたと仮定する。こ

50

の場合、ウェハ－の表面輪郭 60 に接して配置された仮輪郭ピクセル (P 1、P 2、P 3) 間の間隙 (d 1、d 2) は、ウェハ－の表面輪郭 60 から遠く配置された仮輪郭ピクセル (P 4) と他の仮輪郭ピクセル (例 : P 1) 間の間隙 (d 3) より小さい。このように、ウェハ－表面輪郭 60 から離隔して遠く配置された仮輪郭ピクセル (P 4) の修正を要求することができるように、臨界距離が決定されることもある。例えば、臨界距離は 1 ピクセル ~ 100 ピクセルであり得る。または、臨界距離は仮表面輪郭 60 から 10 % 以内の距離であり得る。または、臨界距離はウェハ－ (W) の形状の大きさの 1 % に該当する距離であり得る。

【 0 0 7 1 】

万一、仮表面輪郭の修正が要求されると、第 3 3 段階に進行して仮輪郭ピクセルを再決定する (第 3 3 段階) 。

10

【 0 0 7 2 】

しかし、仮表面輪郭の修正が要求されないとき、第 3 3 段階で決定された仮輪郭ピクセルの配列をウェハ－の表面輪郭 60 の座標列として決定する (第 3 5 段階) 。

【 0 0 7 3 】

つまり、実施例に係るウェハ－形状分析方法によれば、前述した第 3 1 ~ 第 3 5 段階が遂行されて、断面映像で白黒対比が最も大きいところのピクセルをウェハ－の表面輪郭 60 の座標列として探す。

【 0 0 7 4 】

第 3 5 段階の後、ウェハ－ (W) の表面輪郭 60 の座標列として決定された仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換する (第 3 6 段階) 。ここで、直交座標とは、数学的座標系、例えば、X - Y 座標系、r - 座標系、または 座標系などで表示される座標を意味し得る。

20

【 0 0 7 5 】

このように、仮輪郭ピクセルの配列を直交座標に変換することによって、ウェハ－ (W) の形状を定量化することができ、数値的に表現することができる。

【 0 0 7 6 】

図 9 (a) ~ 図 9 (c) は、図 6 (a) ~ 図 6 (c) に図示された断面映像に対して第 3 0 段階を遂行して得られた断面映像をそれぞれ示した図面である。

【 0 0 7 7 】

ウェハ－の表面輪郭 60 の座標列として決定された仮輪郭ピクセルの配列はイメージ座標である。すなわち、イメージ座標は座標系において左側上段の角を基準点 (0、0) として算定する反面、直交座標は座標系の第 1 象限で左側下段の角を基準点 (0、0) として算定する。例えば、図 6 (a) ~ 図 6 (c) に図示された断面映像に対して第 3 1 ~ 第 3 5 段階を遂行した後で決定されたウェハ－ (W) の表面輪郭 60 の座標列を直交座標系に変換する場合、図 9 (a) ~ 図 9 (c) にそれぞれ例示された通り、直交座標の第 1 象限で左側下段の角が基準点 (0、0) となり得る。

30

【 0 0 7 8 】

また、前述した第 3 0 段階はコンピュータ読み取り可能な記録媒体に保存されたプログラムによってプログラムのにも遂行することができる。

40

【 0 0 7 9 】

一方、図 1 を再び参照すれば、第 3 0 段階を遂行して探したウェハ－ (W) の表面輪郭の座標列を利用して、エッジ (W E) およびエッジ付近 (W F) の形状に対する情報を有する形状分析データを求める (第 4 0 段階) 。ここで、形状分析データは数値化して表現することができる。

【 0 0 8 0 】

図 10 は図 1 の第 4 0 段階の実施例 4 0 A を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 8 1 】

図 10 を参照すれば、第 3 0 段階で探したウェハ－ (W) の表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージング (s m o o t h i n g) する (第 4 2 段階) 。第 3 0 段階で探したウ

50

エハ－の表面輪郭の座標列は離散的であるため、離散的なウェハ－の表面輪郭の座標列からなる曲線を利用して数学的に形状分析データを求めることは難しいこともある。したがって、より容易に形成分析データを数学的に求めて分析するために、離散的な表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングする場合、スムージングされた曲線は離散的な座標列からなる曲線よりもやわらかく、後述されるように、微分のような数学的演算を繰返し遂行しても大きな誤差を発生させることなく、連続的かつ安定的に形状分析データが数値化されるように助ける。

【0082】

例えば、隣接 - 平均法 (adjacent - averaging) または Savitzky - Golay フィルタなど、知られている多様なスムージング技法を第42段階を遂行するために適用することができる。

10

【0083】

図11a～図11cは図9(c)に図示された各部分72、74、76のスムージングを説明するためのグラフで、横軸はウェハ－(W)の水平位置(x)を示し、縦軸はウェハ－(W)の垂直位置(y)を示す。すなわち、図11aは図9(c)に図示された「72」を局部的に表現し、図11bは図9(c)に図示された「74」を局部的に表現し、図11cは図9(c)に図示された「76」を局部的に表現する。

【0084】

図11a～図11cを参照すれば、第30段階で探したウェハ－(W)の表面輪郭の座標列からなる曲線82、84、86をスムージングし、スムージングされた曲線92、94、96を求める(第42段階)。

20

【0085】

第42段階の後、スムージングされた曲線92、94、96を利用して形状分析データ計算し、計算された形状分析データを多様な形態で提供する(第44段階)。このとき、形状分析データは数値化することができる。

【0086】

数学的座標系、例えば、X-Y座標系でスムージングされた曲線92、94、96は、 $y = f(x)$ の関数形態で表現することができる。したがって、この関数を利用すれば、ウェハ－(W)のエッジ(WE)およびエッジ付近(WF)の形状に対する情報を有する形状分析データ、すなわち、ウェハ－のエッジの形状を規定する多様な因子を数学的に数値化して求めることができる。

30

【0087】

一実施例によれば、形状分析データはエッジ(WE)とエッジ付近(WF)全体が形成する曲率を含むことができる。すなわち、スムージングされた曲線92、94、96を曲率のような数値化されたデータに換算することができる。

【0088】

このように、分析しようとする形状分析データが曲率の場合、数学的座標系、例えばX-Y座標系に変換した後、スムージングされた断面映像の輪郭60に該当する曲線92、94、96を関数 $y = f(x)$ で表現することができるので、この関数のある点(x、y)での曲率($C(x)$)を次の数学式1のように求めることができる。

40

【0089】

【数1】

$$C(x) = \frac{-d^2y/dx^2}{(1 + [dy/dx]^2)^{1.5}}$$

【0090】

ここで、xおよびyはウェハ－(W)の水平および垂直位置をそれぞれ示している。

【0091】

50

数学式 1 を見ると、曲率 ($C(x)$) を求めるために、1 次および 2 次微分を遂行しなければならない。このとき、ウェハー (W) の表面輪郭の座標列はピクセルを基準として探したものであるため、前述した通り、離散的な特性を有する。したがって、離散的な座標列からなる曲線をスムージングしないで 1 次および 2 次微分する場合、大きな誤差が発生する恐れがある。したがって、第 4 2 段階でのように、ウェハー表面輪郭の座標列からなる曲線 8 2、8 4、8 6 をスムージングする場合、ウェハーエッジの形状情報は維持しながらもこのような誤差の発生は防止することができる。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 は図 9 (a) ~ 図 9 (c) に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスムージングした結果を 1 次微分した結果 ((a)、(b)、(c)) をそれぞれ示したグラフで、横軸はウェハー (W) の水平位置 (x) を示し、縦軸は 1 次微分値を示す。

10

【 0 0 9 3 】

図 1 3 は図 9 (a) ~ 図 9 (c) に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスムージングした結果を数学式 1 に代入して求めた曲率 ((a)、(b)、(c)) をそれぞれ示したグラフで、横軸はウェハー (W) の水平位置 (x) を示し、縦軸は曲率 (C) を示す。

【 0 0 9 4 】

例えば、図 1 1 a ~ 図 1 1 c に図示された通り、図 9 (a) ~ 図 9 (c) に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスムージングした曲線を 1 次微分する場合、図 1 2 に図示された通り、大きな誤差がなく、連続的で安定した微分結果を得ることができる。

20

【 0 0 9 5 】

また、図 9 (a) ~ 図 9 (c) に図示された断面映像で離散的な座標列からなる曲線をスムージングした結果を数学式 1 に代入する場合、3 つの断面映像サンプルに対する曲率は図 1 3 に図示された通り、数値化することができる。

【 0 0 9 6 】

図 1 3 を参照すれば、図 3 (a) ~ 図 3 (c) に図示された最初の断面映像のうち、図 3 (a) に図示されたサンプルのエッジ (WE) とエッジ付近 (WF) でウェハーの表面輪郭 6 0 が形成する曲率 ((a)) が最も大きく、図 3 (c) に図示されたサンプルのエッジ (WE) とエッジ付近 (WF) でウェハーの表面輪郭 6 0 が形成する曲率 ((c)) が最も小さいことが分かる。したがって、最も小さい曲率を有する図 3 (c) に例示されたサンプルを他の 2 つのサンプルと比較するとき、エッジ (WE) からエッジ付近 (WF) にウェハーの表面輪郭 6 0 が最も滑らかに変わるので良好なエッジの形状を有することが分かる。

30

【 0 0 9 7 】

他の実施例によれば、形状分析データは「正規化されたギャップ面積」 (NGA : $Normalized\ Gap\ Area$) を含むことができる。前述した一実施例によれば、形状分析データは互いに異なるサンプルを相対的に比較するための曲率であった。しかし、正規化されたギャップ面積 (NGA) を形状分析データとして利用する場合、正規化されたギャップ面積 (NGA) はエッジの形状を分析するための絶対的な指標となり得る。

40

【 0 0 9 8 】

以下、正規化されたギャップ面積 (NGA) に対して詳察すると、次の通りである。

【 0 0 9 9 】

まず、「ギャップ面積」とは、次の数学式 2 のように定義される。

【 0 1 0 0 】

【 数 2 】

$$GA = UPA - PA$$

50

【0101】

ここで、GAはギャップ面積を示し、UPAは「未加工部の面積」(Unprocessed Area)、PAは「加工部の面積」(Processed Area)を示す。未加工部の面積と加工部の面積を定義するために、「エッジ付近接線」と「ベベル接線」を次の通り定義する。

【0102】

ウェハ-の表面輪郭

エッジ付近接線とは、エッジ付近(WF)に位置したウェハ-の表面輪郭60の第1地点(P1)での接線であり、ウェハ-(W)の上部水平面の延長線を意味する。ベベル接線とは、ベベル部(WB)に位置したウェハ-の表面輪郭60で、ベベル部(WB)のテーパ- (taper) 角度(θ)の基準となる第2地点(P2)での接線を意味する。エッジ付近接線とベベル接線はウェハ-の表面輪郭60で最大曲率を有する点を基準として配置されている。

10

【0103】

未加工部の面積とは、数学的座標系、例えば、X-Y座標系上の基準点と、第1地点(P1)と、第2地点(P2)と、エッジ付近接線とベベル接線の交差点がなす台形形状の面積を意味する。このように、未加工部の面積を長方形ではなく台形の形態で定義した理由は、テーパ-角度(θ)の効果を正規化されたギャップ面積(NGA)に含ませるためである。すなわち、台形が実際のウェハ-表面輪郭60を囲む形態となる。

【0104】

加工部の面積とは、数学的座標系、例えばX-Y座標系上の基準点と、第1地点(P1)と、第2地点(P2)と、エッジ付近(WF)とベベル部(WB)のウェハ-の表面輪郭60がなす面積を意味する。このとき、ギャップ面積(GA)の絶対値は、測定のために撮影されたイメージの大きさや捻られた程度などに影響され得るので、ギャップ面積を未加工部の面積で正規化させて、正規化されたギャップ面積(NGA)を形状分析データとして使用することもできる。

20

【0105】

前述した未加工部の面積と加工部の面積を定義するときのX-Y座標系上の基準点とは、例えば第1地点(P1)のx値(「x1」とする。)と第2地点(P2)のy値(「y1」とする)ともなり得る。

30

【0106】

以下、前述した正規化されたギャップ面積(NGA)の理解を助けるために、添付された図面を参照して次の通り説明する。このとき、エッジ付近接線とベベル接線を定義するときに使用されたウェハ-表面輪郭60は第42段階でスムージングされたウェハ-表面輪郭60を意味するものと仮定して説明する。

【0107】

図14は正規化されたギャップ面積(NGA)を説明するためのスムージングされた曲線の例示を示し、横軸はウェハ-(W)の水平位置(x)、縦軸はウェハ-(W)の垂直位置(y)を示す。

【0108】

前述した通り、例えば、図9(c)に図示された断面映像を図11a~図11cに例示されたようにスムージングする場合、図14に図示されたようなエッジの断面形状を示すウェハ-表面輪郭60の曲線を得ることができる。図9(a)および(b)に図示された各断面映像に対しても図11a~図11cに例示されたようにスムージングする場合、図14に例示されたようにエッジの断面形状を示すウェハ-表面輪郭60の曲線を得ることができる。

40

【0109】

図14を参照すれば、エッジ付近接線(CL1)はエッジ付近(WF)に位置したウェハ-の表面輪郭60の第1地点(P1)での接線であって、ウェハ-(W)の上部水平面の延長線に該当し得る。また、ベベル接線(CL2)とは、ベベル部(WB)に位置し

50

たウェハーの表面輪郭 60 上に位置し、ベベル部 (WB) のテーパ角度 (t) の基準となる第 2 地点 (P2) での接線を意味する。

【0110】

このとき、未加工部の面積は図 14 で基準点 (x_1, y_1) と、第 1 地点 (P1) と、第 2 地点 (P2) と、接線 (CL1、CL2) の交差点 (P3) がなす台形形状の面積を意味する。また、加工部の面積は基準点 (x_1, y_1) と、第 1 地点 (P1) と、第 2 地点 (P2) と、ウェハーの表面輪郭 60 がなす面積を意味する。ここで、基準点 (x_1, y_1) は、図 14 に例示されたように、 $(-100, 20.5)$ となることもでき、図 9 (a) ~ 図 9 (c) に例示された座標系の第 1 象限で左側下段の角 (0, 0) となることもできる。

10

【0111】

したがって、前述した数学式 2 のように、未加工部の面積から加工部の面積を差し引くと、図 14 で斜線で表示したギャップ面積 (GA) を求めることができ、このギャップ面積 (GA) を未加工部の面積で正規化して正規化されたギャップ面積 (NGA) を得ることができる。

【0112】

前述した正規化されたギャップ面積 (NGA) のような形状分析データは、他の形状分析データとの関係を通じてウェハー (W) の形状、特に、ウェハー (W) のエッジを分析することに使用することができる。

20

【0113】

以下、正規化されたギャップ面積 (NGA) と他の形状分析データである「エッジの最大曲率 (maximum curvature)」、「曲率半径 (curvature radius)」、「スロープ (slope) 角度」(s)、および「テーパ角度」(t) 間の関係について、添付された図面を参照して次の通り説明する。ここで、スロープ角度 (s) とは、図 14 を参照すれば、エッジ付近接線 (CL1) とエッジ付近 (WF) にウェハー表面輪郭 60 がなす角度を意味する。また、以下で参照される図 15 ~ 図 18 の各グラフで表記された点はパーティクルなどによって汚染されていない部分で測定された値である。

【0114】

図 15 はエッジの最大曲率に対する正規化されたギャップ面積 (NGA) の関係を示したグラフであり、横軸はエッジの最大曲率を示し、縦軸は正規化されたギャップ面積 (NGA) を示す。

30

【0115】

図 15 を参照すれば、ウェハーの表面輪郭 60 の最大曲率が大きいほど正規化されたギャップ面積 (NGA) は減少することが分かる。これは図 14 を参照すれば、最大曲率が増加するほど、ウェハー (W) の表面輪郭 60 が、図 14 で矢印 62 で表記されたように、 y 軸の正の方向に移動するためである。

【0116】

図 16 はエッジの曲率半径に対する正規化されたギャップ面積 (NGA) の関係を示したグラフであり、横軸はエッジの曲率半径を示し、縦軸は正規化されたギャップ面積 (NGA) を示す。

40

【0117】

図 16 を参照すれば、曲率半径は曲率の逆手関係にあるため、曲率半径が増加するにつれて正規化されたギャップ面積 (NGA) は増加することが分かる。

【0118】

図 17 はスロープ角度 (s) に対する正規化されたギャップ面積の関係を示したグラフであり、横軸はスロープ角度 (s) を示し、縦軸は正規化されたギャップ面積 (NGA) を示す。

【0119】

図 17 を参照すれば、スロープ角度 (s) の絶対値が大きくなるほど正規化されたギ

50

ギャップ面積 (NGA) は増加することが分かる。

【0120】

図18はテーパ角度 (t) に対する正規化されたギャップ面積 (NGA) の関係を示したグラフであり、横軸はテーパ角度 (t) を示し、縦軸は正規化されたギャップ面積 (NGA) を示す。

【0121】

図18を参照すれば、テーパ角度 (t) の絶対値が大きくなるほど正規化されたギャップ面積 (NGA) が増加することが分かる。

【0122】

図15～図18を参照すれば、正規化されたギャップ面積 (NGA) は、最大曲率、曲率半径、スロープ角度 (s) およびテーパ角度 (t) のような多様な他の形状分析データのすべてに対して一貫性を示していることが分かる。このように、ウェハーのエッジの形状を分析するにおいて、正規化されたギャップ面積 (NGA) が有用に使用されていることが分かる。

【0123】

つまり、実施例によれば、ウェハー (W) のエッジ (WE) とエッジ付近 (WF) に対する高解像度の断面形状を獲得し、獲得した断面映像でウェハーの表面輪郭座標をイメージ座標系から数学的座標系の曲線で表現することができる。したがって、曲線を数学的に処理することによって、エッジの形状分析データの一つである曲率を図13に図示された通り、数値化して相対的に比較することができるようにし、エッジの形状分析データのう

10

20

ち他の一つである正規化されたギャップ面積 (NGA) を図15～図18に図示された通り、他の形状分析データと比較してエッジの形状を分析することができるようにする。また、それだけでなく、スムージングされた曲線を利用してウェハー表面粗さ、傾き、傾いた角度などを数学的に簡便に分析することもできる。

【0124】

以下、図1に図示された前述したウェハー形状分析方法、例えば、ウェハー形状分析方法を遂行する実施例に係るウェハー形状分析装置を添付された図面を参照して次の通り説明する。しかし、図1に図示されたウェハー形状分析装置は、他の構成を有するウェハー形状分析装置でも遂行することができることはいうまでもない。また、重複する部分に対する説明を省略するために、以下で説明されるウェハー形成分析装置における各部の動作を前述した図1、図4、図7および図10をそれぞれ参照して簡略に説明する。

30

【0125】

図19は実施例に係るウェハー形状分析装置200のブロック図であり、映像獲得部210、コントラスト調整部220、表面輪郭決定部230およびデータ分析部240を含む。

【0126】

映像獲得部210は分析対象であるウェハー (W) の形状を示す断面映像を獲得し、獲得された断面映像をコントラスト調整部220に出力する。ここで、獲得された断面映像で見られるウェハーの形状とは、エッジ (WE) およびエッジ付近 (WF) を含むことができる。

40

【0127】

すなわち、映像獲得部210は図1に図示された第10段階を遂行するので前述した重複する部分の説明を省略する。

【0128】

図20は図19に図示された映像獲得部210の実施例210Aのブロック図を示し、撮影部212および映像組合部214を含む。

【0129】

撮影部212はウェハー (W) のエッジ (WE) およびエッジ付近 (WF) を複数回撮影して複数の区分映像を獲得し、獲得された区分映像を映像組合部214に出力する。すなわち、撮影部212は図4に図示された第12段階を遂行するので、前述した重複する

50

部分の説明を省略する。

【 0 1 3 0 】

映像組合部 2 1 4 は撮影部 2 1 2 から受けた複数の区分映像を組み合わせて断面映像を生成し、生成された断面映像をコントラスト調整部 2 2 0 に出力端子 O U T 3 を通じて出力する。映像組合部 2 1 4 は図 4 に図示された第 1 4 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

一方、コントラスト調整部 2 2 0 は映像獲得部 2 1 0 から受けた断面映像でウェハー (W) とウェハー周辺 (W P) のコントラストを増加させ、コントラストが増加した断面映像を表面輪郭決定部 2 3 0 に出力する。コントラスト調整部 2 2 0 は図 1 に図示された第 2 0 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

10

【 0 1 3 2 】

前述した通り、第 2 0 段階は省略され得るので、コントラスト調整部 2 2 0 も省略され得る。

【 0 1 3 3 】

表面輪郭決定部 2 3 0 はコントラスト調整部 2 2 0 から出力される増加したコントラストを有する断面映像からウェハー表面輪郭の座標列を探し、探した座標列をデータ分析部 2 4 0 に出力する。万一、コントラスト調整部 2 2 0 が省略される場合、表面輪郭決定部 2 3 0 は映像獲得部 2 1 0 から出力された断面映像でウェハー (W) の表面輪郭の座標列を探し、その結果をデータ分析部 2 4 0 に出力する。表面輪郭決定部 2 3 0 は図 1 に図示された第 3 0 段階を遂行する役割をする。

20

【 0 1 3 4 】

以下、便宜上、図 1 9 に図示されたウェハー形状分析装置 2 0 0 はコントラスト調整部 2 2 0 を含むものとして説明するが、実施例はこれに限定されない。

【 0 1 3 5 】

図 2 1 は図 1 9 に図示された表面輪郭決定部 2 3 0 の実施例 2 3 0 A のブロック図であり、輝度決定部 2 3 2、輝度差算出部 2 3 4、仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5、輪郭修正チェック部 2 3 6、座標列決定部 2 3 7 および座標変換部 2 3 8 を含む。

【 0 1 3 6 】

輝度決定部 2 3 2 はコントラスト調整部 2 2 0 から入力端子 I N 2 を通じて受けた断面映像から各ピクセルの輝度を決定し、決定された輝度を輝度差算出部 2 3 4 に出力する。輝度決定部 2 3 2 は図 7 に図示された第 3 1 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

30

【 0 1 3 7 】

輝度差算出部 2 3 4 は輝度決定部 2 3 2 から出力される輝度を受けて、隣接したピクセル間の輝度差を算出し、算出された輝度差を仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 に出力する。輝度差算出部 2 3 4 は図 7 に図示された第 3 2 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 3 8 】

仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は輝度差算出部 2 3 4 から受けた輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定し、決定された結果を輪郭修正チェック部 2 3 6 に出力する。

40

【 0 1 3 9 】

一実施例によれば、仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は輝度差算出部 2 3 4 で算出された輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示した隣接したピクセルを探して仮輪郭ピクセルとして決定し、決定された仮輪郭ピクセルを輪郭修正チェック部 2 3 6 に出力することができる。

【 0 1 4 0 】

他の実施例によれば、仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は、輝度差算出部 2 3 4 で算出された輝度差が大きい順序で羅列し、羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定し、決定された仮輪郭ピクセルを輪郭修正チェ

50

ック部 2 3 6 に出力することができる。

【 0 1 4 1 】

仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は図 7 に図示された第 3 3 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 4 2 】

また、仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は決定された仮輪郭ピクセルからなる仮表面輪郭を出力端子 O U T 2 を通じて作業者に提供することができる。

【 0 1 4 3 】

また、仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 は輪郭修正チェック部 2 3 6 から出力される修正要求信号に応答して、仮輪郭ピクセルを修正（または再決定）するか、または最初に決定されたか再決定された仮輪郭ピクセルの配列を座標列決定部 2 3 7 に出力する。

10

【 0 1 4 4 】

座標列決定部 2 3 7 は仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 から受けた仮輪郭ピクセルの配列をウェハーの表面輪郭の座標列として決定して座標変換部 2 3 8 に出力する。すなわち、座標列決定部 2 3 7 は図 7 に図示された第 3 5 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 4 5 】

輪郭修正チェック部 2 3 6 は仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるかをチェックし、チェックされた結果に応じて修正要求信号を発生して仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 に出力する。

20

【 0 1 4 6 】

一実施例によれば、作業者は仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 から出力端子 O U T 2 を通じて提供された仮表面輪郭を目視で確認することができる。目視で確認した結果、仮表面輪郭に誤りがあると判断される場合、作業者は入力端子 I N 1 を通じて仮表面輪郭の修正を輪郭修正チェック部 2 3 6 を通じて仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 に要求することができる。このために、輪郭修正チェック部 2 3 6 は仮表面輪郭の修正が入力端子 I N 1 を通じて作業者によって要求されるかを検査し、要求される場合、修正要求信号を発生して仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 に出力する。

【 0 1 4 7 】

他の実施例によれば、輪郭修正チェック部 2 3 6 は仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 から出力される仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱しているかを検査し、検査結果によって仮表面輪郭の修正が要求されるものと決定されるときに修正要求信号を発生して仮輪郭ピクセル決定部 2 3 5 に出力することもできる。

30

【 0 1 4 8 】

輪郭修正チェック部 2 3 6 は図 7 に図示された第 3 4 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 4 9 】

また、座標変換部 2 3 8 は表面輪郭の座標列として決定された仮輪郭ピクセルの配列を座標列決定部 2 3 7 から受けて直交座標形態の座標列に変換し、変換された直交座標形態の表面輪郭の座標列を出力端子 O U T 4 を通じてデータ分析部 2 4 0 に出力する。座標変換部 2 3 8 は図 7 に図示された第 3 6 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

40

【 0 1 5 0 】

一方、再び図 1 9 を参照すれば、データ分析部 2 4 0 は表面輪郭決定部 2 3 0 から出力されたウェハーの表面輪郭の座標列を利用して、エッジおよびエッジ付近の形状に対する情報を含む形状分析データを算出し、算出された形状分析データを出力端子 O U T 1 を通じて出力する。データ分析部 2 4 0 は図 1 に図示された第 4 0 段階を遂行する。

【 0 1 5 1 】

図 2 2 は図 1 9 に図示されたデータ分析部 2 4 0 の実施例 2 4 0 A のブロック図であり、スムージング部 2 4 2、データ計算部 2 4 4 およびデータ出力部 2 4 6 を含む。

50

【 0 1 5 2 】

スムージング部 2 4 2 は離散的な表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングし、スムージングされた結果をデータ計算部 2 4 4 に出力する。スムージング部 2 4 2 は図 1 0 に図示された第 4 2 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 5 3 】

データ計算部 2 4 4 はスムージング部 2 4 2 から出力されるスムージングされた曲線を利用して形状分析データを数値化して計算し、計算された結果をデータ出力部 2 4 6 に出力する。データ出力部 2 4 6 はデータ計算部 2 4 4 から受けた計算された結果を多様な形態の形状分析データとして出力端子 O U T 1 を通じて出力する。データ出力部 2 4 6 は曲率や角度 (s、 t) のような数値的な形態で形状分析データを出力することもでき、ウェハ形状に対する微分値や曲率などのグラフのような視覚的な形態で形状分析データを出力することもできる。

10

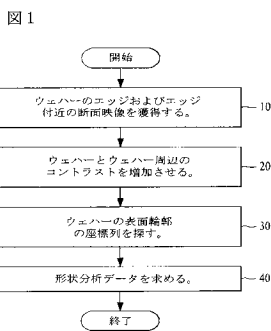
【 0 1 5 4 】

データ計算部 2 4 4 およびデータ出力部 2 4 6 は図 1 0 に図示された第 4 4 段階を遂行するので、前述した重複する部分の説明を省略する。

【 0 1 5 5 】

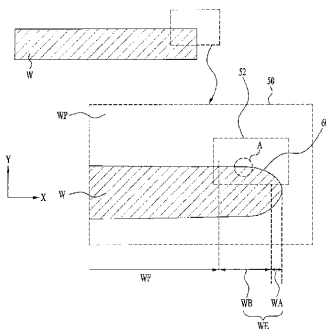
実施例はウェハを製造し分析することに利用することができる。

【 図 1 】

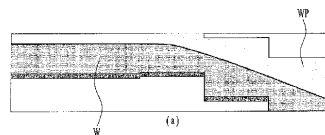


【 図 2 】

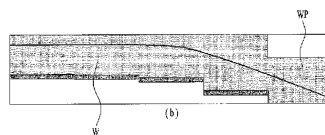
[Fig. 2]



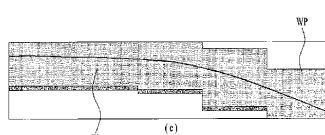
【 図 3 (a) 】



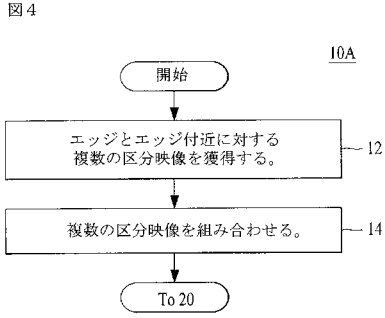
【 図 3 (b) 】



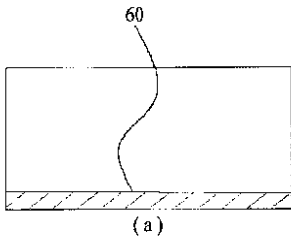
【 図 3 (c) 】



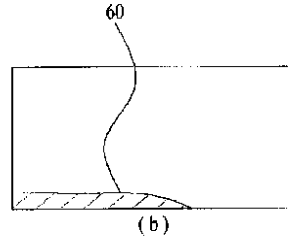
【 図 4 】



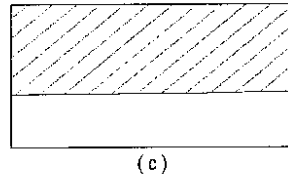
【 図 5 (a) 】



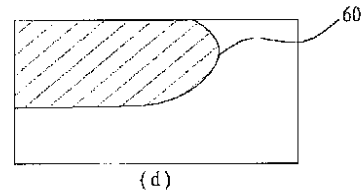
【 図 5 (b) 】



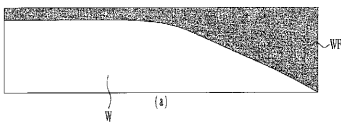
【 図 5 (c) 】



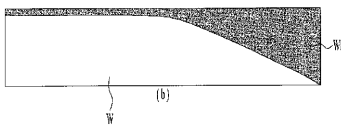
【 図 5 (d) 】



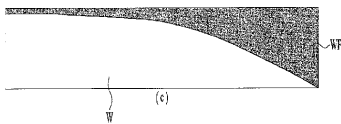
【 図 6 (a) 】



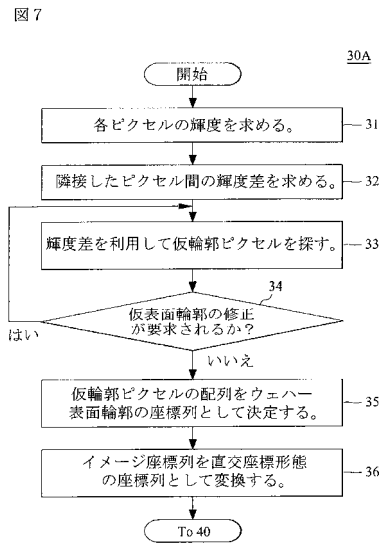
【 図 6 (b) 】



【 図 6 (c) 】

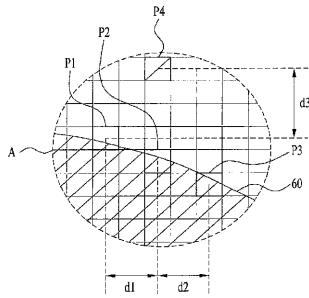


【 図 7 】



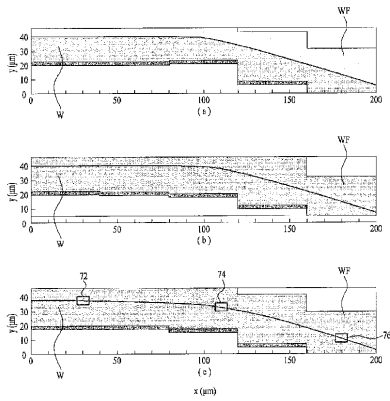
【 図 8 】

[Fig. 8]



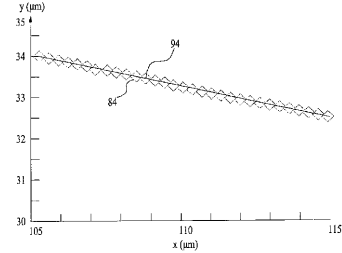
【 図 9 】

[Fig. 9]



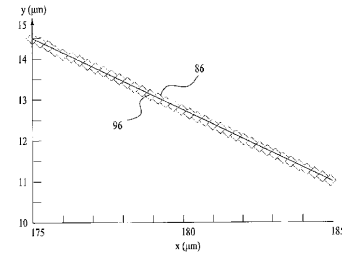
【 図 11 b 】

[Fig. 11b]



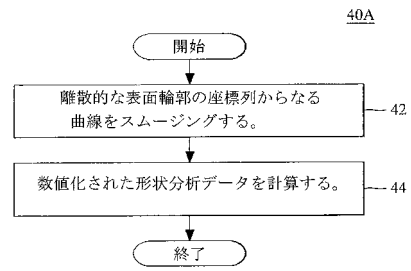
【 図 11 c 】

[Fig. 11c]



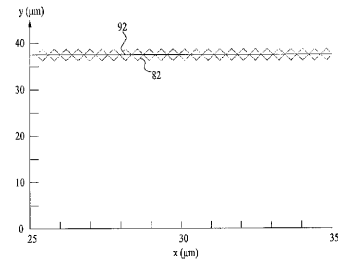
【 図 1 0 】

図 1 0



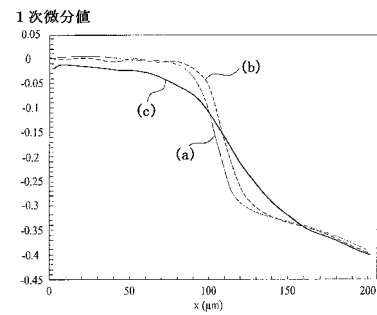
【 図 1 1 a 】

[Fig. 11a]



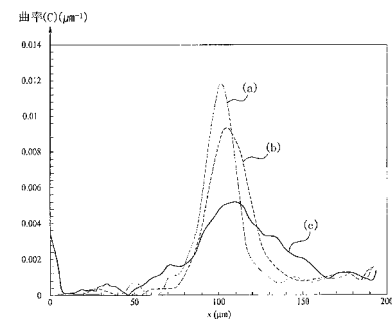
【 図 1 2 】

図 1 2



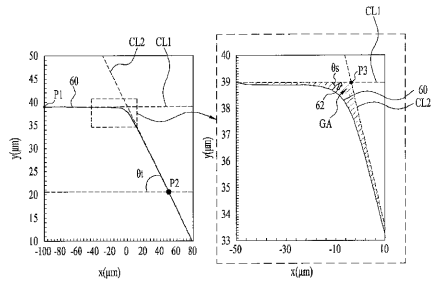
【 図 1 3 】

図 1 3



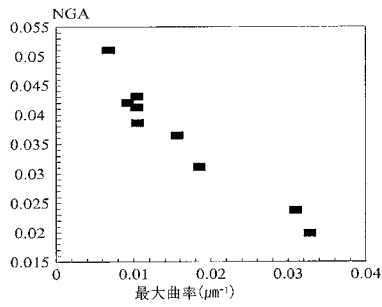
【 図 1 4 】

[Fig. 14]



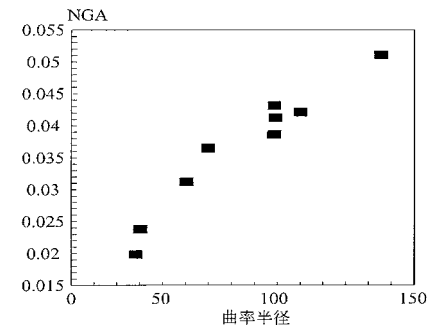
【 図 1 5 】

図 1 5



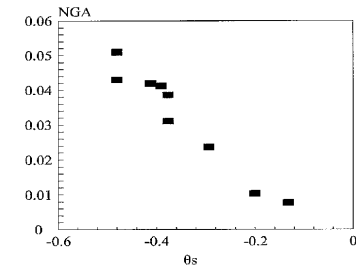
【 図 1 6 】

図 1 6



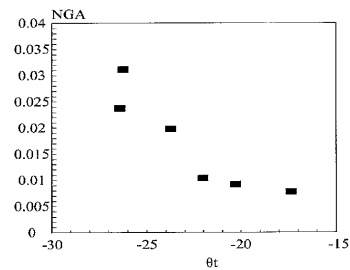
【 図 1 7 】

[Fig. 17]



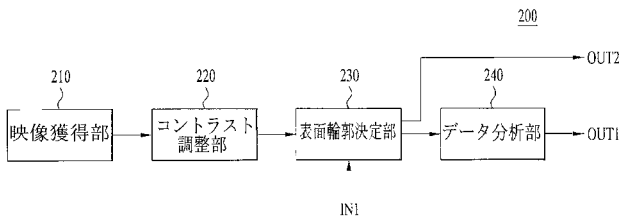
【 図 1 8 】

[Fig. 18]



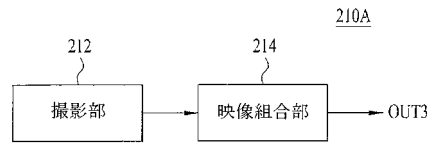
【 図 1 9 】

図 1 9



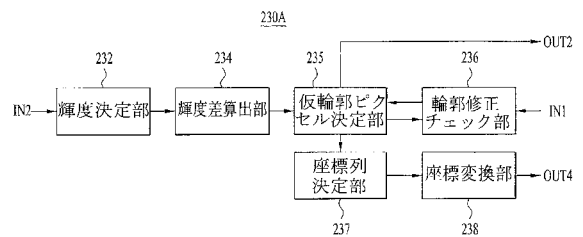
【 図 2 0 】

図 2 0



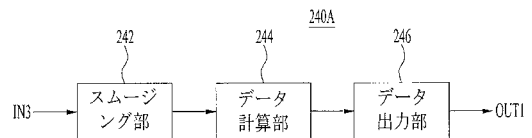
【 図 2 1 】

図 2 1



【 図 2 2 】

図 2 2



【手続補正書】

【提出日】平成28年6月15日(2016.6.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

分析対象であるウェハーを示す断面映像を獲得する段階；

前記断面映像から前記ウェハーの表面輪郭の座標列を探す段階；および

前記座標列を利用して、前記ウェハーの形状に対する情報を有する形状分析データを求める段階を含む、ウェハー形状分析方法。

【請求項2】

前記断面映像は前記ウェハーのエッジおよびエッジ付近を示し、前記ウェハーの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近の形状を含む、請求項1に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項3】

前記断面映像を獲得する段階は、

電子顕微鏡で前記ウェハーのエッジおよび前記エッジ付近を撮影する段階を含む、請求項2に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項4】

前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは前記ウェハー形状の大きさの1%以下である、請求項1に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項5】

前記断面映像における各ピクセルの横および縦のそれぞれの大きさは $0.25\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ である、請求項1に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項6】

前記断面映像を獲得する段階は、

前記エッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影して複数の区分映像を獲得する段階；および

前記複数の区分映像を組み合わせて前記断面映像を獲得する段階を含む、請求項2に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項7】

前記複数の区分映像を組み合わせる段階は、

前記複数の区分映像それぞれの輝度を分析し、類似輝度を有する区間をオーバーラップして前記断面映像を獲得する段階を含む、請求項6に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項8】

前記断面映像で前記ウェハーと前記ウェハー周辺のコントラストを増加させる段階をさらに含み、

前記表面輪郭の座標列は前記コントラストが増加した前記断面映像から探す、請求項1に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項9】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、

前記断面映像から各ピクセルの輝度を求める段階；

隣接したピクセル間の輝度差を求める段階；

前記輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定する段階；

前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるとき、前記仮輪郭ピクセルを再決定する段階；および

前記仮表面輪郭の修正が要求されないとき、前記仮輪郭ピクセルの配列を前記表面輪郭

の座標列として決定する段階を含む、請求項 1 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 10】

前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、

前記輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示した前記隣接したピクセルを探して仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含む、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 11】

前記仮輪郭ピクセルを決定する段階は、

前記輝度差が大きい順序で羅列し、羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを仮輪郭ピクセルとして決定する段階を含む、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 12】

前記仮表面輪郭の修正は作業者によって要求される、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 13】

前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱するとき、前記仮表面輪郭の修正が要求されるものと決定する、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 14】

前記臨界距離は 1 ピクセル～100 ピクセルである、請求項 13 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 15】

前記臨界距離は前記仮表面輪郭から 10% 以内の距離である、請求項 13 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 16】

前記臨界距離は前記ウェハーの形状の大きさの 1% に該当する距離である、請求項 13 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 17】

前記表面輪郭の座標列を探す段階は、

前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換する段階をさらに含む、請求項 9 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 18】

前記輝度差が臨界輝度範囲を逸脱するとき、前記相対的に大きい輝度差として決定する、請求項 10 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 19】

前記臨界輝度範囲は 0.01 グレースケール～0.1 グレースケールである、請求項 18 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 20】

前記形状分析データを求める段階は、

離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングする段階；および

前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算する段階を含む、請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 21】

前記形状分析データは、

前記エッジと前記エッジ付近全体が形成する曲率を含む、請求項 20 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 22】

前記形状分析データは、

未加工部の面積と加工部の面積を利用して導き出したギャップ面積を正規化したギャップ面積を含む、請求項 20 に記載のウェハー形状分析方法。

【請求項 23】

分析対象であるウェハーを示す断面映像を獲得する映像獲得部；

前記映像獲得部から出力された前記断面映像から前記ウェハの表面輪郭の座標列を探す表面輪郭決定部；および

前記表面輪郭決定部から出力された前記座標列を利用して前記ウェハの形状に対する情報を有する形状分析データを算出するデータ分析部を含む、ウェハ形状分析装置。

【請求項 24】

前記断面映像は前記ウェハのエッジおよびエッジ付近を示し、

前記ウェハの形状は前記エッジおよび前記エッジ付近に対する形状を含む、請求項 23 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 25】

前記映像獲得部は、

前記ウェハのエッジおよび前記エッジ付近を複数回撮影する撮影部；および

前記撮影部で複数回撮影された複数の区分映像を組み合わせて前記断面映像を生成する映像組合部を含む、請求項 24 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 26】

前記断面映像で前記ウェハと前記ウェハ周辺のコントラストを増加させて前記表面輪郭決定部に出力するコントラスト調整部をさらに含み、

前記表面輪郭決定部は前記コントラスト調整部から出力される増加したコントラストを有する前記断面映像から前記座標列を探す、請求項 23 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 27】

前記表面輪郭決定部は、

前記断面映像で各ピクセルの輝度を決定する輝度決定部；

前記輝度決定部から出力される輝度を受けて、隣接したピクセル間の輝度差を算出する輝度差算出部；

前記算出された輝度差を利用して仮輪郭ピクセルを決定し、修正要求信号に応答して前記仮輪郭ピクセルを再決定するか前記仮輪郭ピクセルを出力する仮輪郭ピクセル決定部；

前記仮輪郭ピクセルによって形成した仮表面輪郭の修正が要求されるかをチェックして前記修正要求信号を発生する輪郭修正チェック部；および

前記仮輪郭ピクセル決定部から受けた前記仮輪郭ピクセルの配列を前記ウェハの表面輪郭の座標列として決定して出力する座標列決定部を含む、請求項 23 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 28】

前記仮輪郭ピクセル決定部は、

前記算出された輝度差の中から相対的に大きい輝度差を示す隣接したピクセルを探して前記仮輪郭ピクセルとして決定する、請求項 27 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 29】

前記仮輪郭ピクセル決定部は、

前記算出された輝度差が大きい順序で羅列し、前記羅列された輝度差の全体の中から上位に属する輝度差を示すピクセルを前記仮輪郭ピクセルとして決定する、請求項 27 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 30】

前記輪郭修正チェック部は、

前記仮表面輪郭の修正が作業者によって要求されているかあるいは前記仮輪郭ピクセル間の間隙が臨界距離を逸脱しているかを検査し、前記修正要求信号を発生する、請求項 27 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 31】

前記表面輪郭決定部は、

前記表面輪郭の座標列として決定された前記仮輪郭ピクセルの配列を直交座標形態の座標列に変換して出力する座標変換部をさらに含み、請求項 23 に記載のウェハ形状分析装置。

【請求項 32】

前記データ分析部は、
離散的な前記表面輪郭の座標列からなる曲線をスムージングするスムージング部；
前記スムージングされた曲線を利用して前記形状分析データを計算するデータ計算部；
および
前記データ計算部で計算された結果を前記形状分析データとして出力するデータ出力部
を含む、請求項 2 3 に記載のウェハー形状分析装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】図面

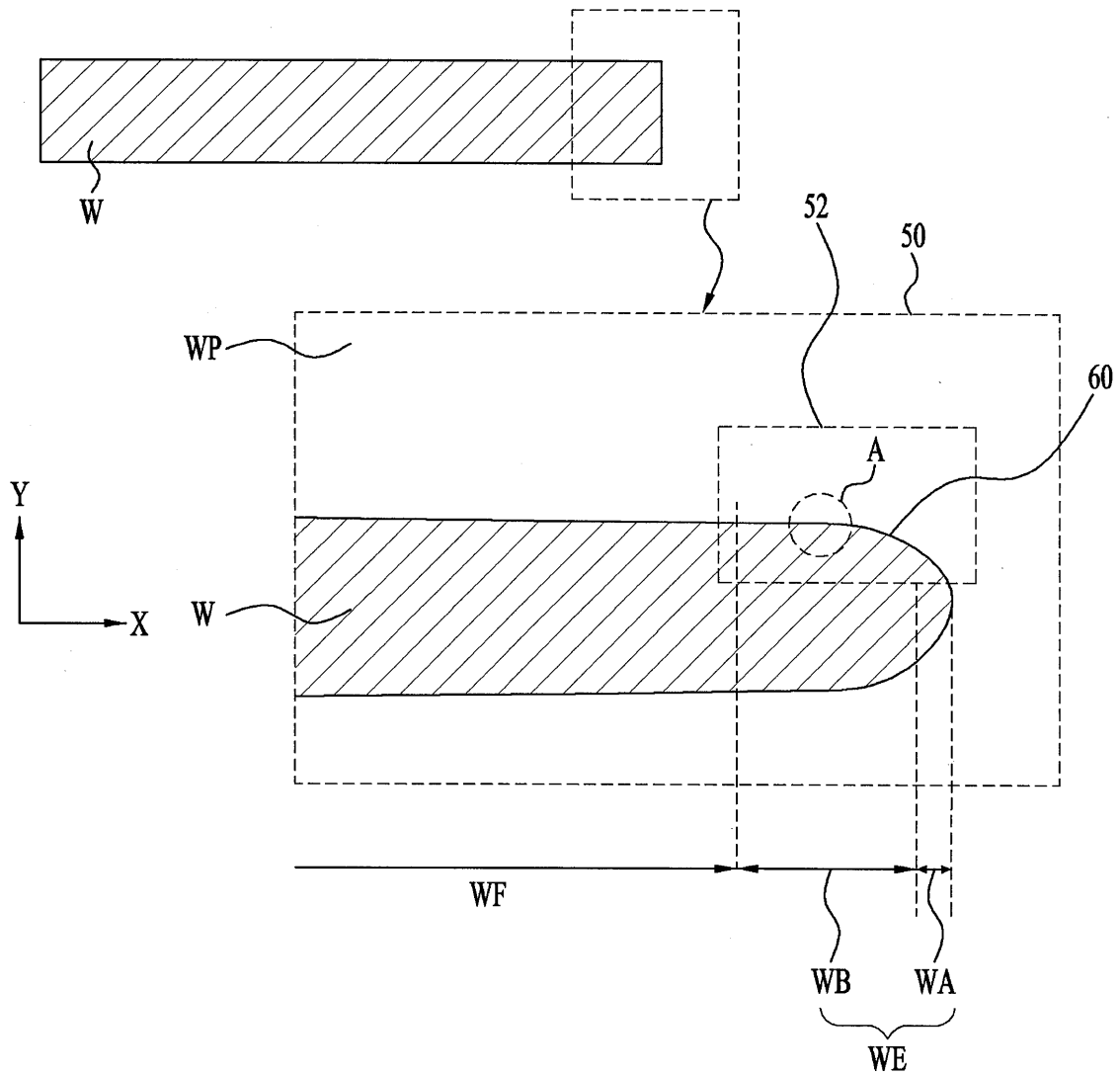
【補正対象項目名】図 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】

図 2




【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/005620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 21/66(2006.01)i, H01L 21/20(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/66; H01L 21/304; G01B 11/24; C03C 19/00; H01J 37/28; G02F 1/1333; H01L 21/20 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: wafer, cross section, outline, coordinate		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2007-0120414 A (EBARA CORPORATION) 24 December 2007 See abstract, paragraphs [0093]-[0095] and figures 12-13.	1-5,8,23-24,26
A	** Claim 7 and 31 refer to claims 6 and 27, respectively, in the International Search Report.	6-7,9-22,25,27-32
Y	JP 2007-258064 A (TOPCON CORP. et al.) 04 October 2007 See abstract, paragraphs [0028]-[0056] and figures 1-2.	1-5,8,23-24,26
A		6-7,9-22,25,27-32
Y	WO 2012-005019 A1 (ASAHI GLASS COMPANY LIMITED) 12 January 2012 See abstract, paragraphs [0033]-[0057] and figures 1-3.	8,26
A	JP 2009-058530 A (KOBELCO KAKEN K.K.) 19 March 2009 See abstract, paragraphs [0010]-[0023] and figures 1-6.	1-32
A	KR 10-2009-0109574 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORPORATION) 20 October 2009 See abstract, paragraphs [0082]-[0107] and figures la-15b.	1-32
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 OCTOBER 2014 (27.10.2014)		Date of mailing of the international search report 27 OCTOBER 2014 (27.10.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seousa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/005620

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2007-0120414 A	24/12/2007	CN 101877305 A	03/11/2010
		CN 101877305 B	11/01/2012
		CN 1977361 A	06/06/2007
		CN 1977361 B	27/04/2011
		CN 1977361 C0	06/06/2007
		EP 1872392 A1	02/01/2008
		EP 1872392 B1	22/02/2012
		JP 2008-537316 A	11/09/2008
		JP 4916890 B2	18/04/2012
		TW 1393199 B	11/04/2013
		US 2008-0200100 A1	21/08/2008
		WO 2006-112530 A1	26/10/2006
		JP 2007-258064 A	04/10/2007
WO 2012-005019 A1	12/01/2012	CN 102985386 A	20/03/2013
		EP 2592057 A1	15/05/2013
		EP 2592057 A4	30/10/2013
		KR 10-2013-0100259 A	10/09/2013
		TW 201231959 A	01/08/2012
		US 2013-0122265 A1	16/05/2013
JP 2009-058530 A	19/03/2009	JP 4734398 B2	27/07/2011
KR 10-2009-0109574 A	20/10/2009	JP 5344699 B2	20/11/2013
		US 2010-0026997 A1	04/02/2010
		US 8194241 B2	05/06/2012
		WO 2008-123459 A1	16/10/2008

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2014/005620

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01L 21/66(2006.01)i, H01L 21/20(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 21/66; H01L 21/304; G01B 11/24; C03C 19/00; H01J 37/28; G02F 1/1333; H01L 21/20 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 웨이퍼, 단면, 윤곽, 좌표		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 관련 청구항	
Y	KR 10-2007-0120414 A (가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼) 2007.12.24 요약, 단락 [0093]-[0095] 및 도면 12-13 참조. ** 본 국제조사보고서는 청구항 7, 31이 각각 청구항 6, 27을 인용하고 있는 것으로 하여 작성되었습니다.	1-5, 8, 23-24, 26
A		6-7, 9-22, 25, 27-32
Y	JP 2007-258064 A (TOPCON CORP. et al.) 2007.10.04 요약, 단락 [0028]-[0056] 및 도면 1-2 참조.	1-5, 8, 23-24, 26
A		6-7, 9-22, 25, 27-32
Y	WO 2012-005019 A1 (ASAHI GLASS COMPANY LIMITED) 2012.01.12 요약, 단락 [0033]-[0057] 및 도면 1-3 참조.	8, 26
A	JP 2009-058530 A (KOBELCO KAKEN K.K.) 2009.03.19 요약, 단락 [0010]-[0023] 및 도면 1-6 참조.	1-32
A	KR 10-2009-0109574 A (시바우라 메카트로닉스 가부시키가이샤) 2009.10.20 요약, 단락 [0082]-[0107] 및 도면 1a-15b 참조.	1-32
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.		<input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌		"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌
국제조사의 실제 완료일 2014년 10월 27일 (27.10.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 10월 27일 (27.10.2014)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 최상원 전화번호 +82-42-481-8291	

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2009년 7월)



국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2014/005620

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일		
KR 10-2007-0120414 A	2007/12/24	CN 101877305 A	2010/11/03		
		CN 101877305 B	2012/01/11		
		CN 1977361 A	2007/06/06		
		CN 1977361 B	2011/04/27		
		CN 1977361 C0	2007/06/06		
		EP 1872392 A1	2008/01/02		
		EP 1872392 B1	2012/02/22		
		JP 2008-537316 A	2008/09/11		
		JP 4916890 B2	2012/04/18		
		TW I393199 B	2013/04/11		
		US 2008-0200100 A1	2008/08/21		
		WO 2006-112530 A1	2006/10/26		
		JP 2007-258064 A	2007/10/04	JP 4827127 B2	2011/11/30
		WO 2012-005019 A1	2012/01/12	CN 102985386 A	2013/03/20
EP 2592057 A1	2013/05/15				
EP 2592057 A4	2013/10/30				
KR 10-2013-0100259 A	2013/09/10				
TW 201231959 A	2012/08/01				
US 2013-0122265 A1	2013/05/16				
JP 2009-058530 A	2009/03/19	JP 4734398 B2	2011/07/27		
KR 10-2009-0109574 A	2009/10/20	JP 5344699 B2	2013/11/20		
		US 2010-0026997 A1	2010/02/04		
		US 8194241 B2	2012/06/05		
		WO 2008-123459 A1	2008/10/16		

フロントページの続き

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

(72)発明者 キム, ジャ・ヨン

大韓民国・39400・ギョンサンブク - ド・グミ - シ・3 ゴンダン 3 - ロ・132 - 11

Fターム(参考) 2F065 AA12 AA31 AA46 AA50 AA52 AA58 BB03 CC19 DD02 DD06
FF04 JJ03 JJ26 LL05 PP24 QQ04 QQ13 QQ29 QQ31 QQ33
4M106 AA01 CA51 DJ20 DJ23