

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-118046

(P2010-118046A)

(43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G O 6 T 1/00 3 O 5 A	2 G O 5 1
G O 1 N 21/88 (2006.01)	G O 1 N 21/88 J	5 B O 5 7
G O 1 N 21/956 (2006.01)	G O 1 N 21/956 A	

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2009-237631 (P2009-237631)	(71) 出願人	000002428
(22) 出願日	平成21年10月14日 (2009.10.14)		芝浦メカトロニクス株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-265808 (P2008-265808)		神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
(32) 優先日	平成20年10月14日 (2008.10.14)	(71) 出願人	505284611
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		株式会社横浜総合研究所
			神奈川県横浜市旭区中希望が丘8番地12
		(74) 代理人	100097205
			弁理士 樋口 正樹
		(72) 発明者	若葉 博之
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
		(72) 発明者	林 義典
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

最終頁に続く

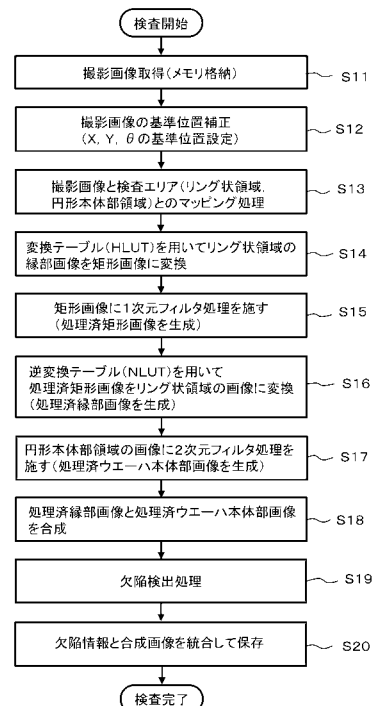
(54) 【発明の名称】 画像処理方法、画像処理装置及び該画像処理装置を用いた表面検査装置

(57) 【要約】

【課題】物体表面画像の縁部分の領域において適正な画像処理済の施された画像を得ることのできる画像処理方法を提供するものである。

【解決手段】画素単位の濃淡値により構成され、物体表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得ステップ (S11) と、前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定ステップ (S13) と、前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換ステップ (S14) と、前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する1次元画像処理を施す画像処理ステップ (S15) と、前記1次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換ステップ (S16) とを有する構成となる。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画素単位の濃淡値により構成され、物体表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得ステップと、

前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定ステップと、

前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換ステップと、

前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する 1 次元画像処理を施す画像処理ステップとを有する画像処理方法。

【請求項 2】

更に、前記 1 次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換ステップとを有する請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】

前記縁部画像特定ステップは、前記縁線の前記物体表面画像の内側方向に第 1 の所定幅となり、前記縁線の前記物体表面画像の外側方向に第二の所定幅となる領域の画像を前記縁部画像として特定する請求項 1 または 2 記載の画像処理方法。

【請求項 4】

前記変換ステップは、

前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を取得する位置変換ステップと、

前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された縁部画像における各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値を決めるステップとを有する請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 5】

前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を表す変換テーブルを予め作成しておき、

前記位置変換ステップは、前記変換テーブルを用いて前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を取得する請求項 4 記載の画像処理方法。

【請求項 6】

前記逆変換ステップは、

前記元の領域の画像の各画素に対応する矩形画像における位置を取得する位置逆変換ステップと、

前記 1 次元画像処理の施された矩形画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された矩形画像における各位置に対応する前記元の領域の画像における画素の濃淡値を決めて、前記処理済縁部画像を生成するステップとを有する請求項 2 記載の画像処理方法。

【請求項 7】

前記元の領域の画像の各画素に対応する前記矩形画像における位置を表す逆変換テーブルを予め作成しておき、

前記位置逆変換ステップは、前記逆変換テーブルを用いて前記元の領域の画像の各画素に対応する前記矩形画像における位置を取得する請求項 6 記載の画像処理方法。

【請求項 8】

前記画像取得ステップは、円盤状半導体ウエーハの表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、

前記縁部画像特定ステップは、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定する請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 9】

前記画像取得ステップは、円盤状半導体ウエーハの表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、

前記縁部画像特定ステップは、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交

10

20

30

40

50

する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、
前記逆変換ステップは、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して前記処理済縁部画像を生成する請求項２記載の画像処理方法。

【請求項１０】

前記縁部画像特定ステップは、前記円形線の内側に第１の所定幅となり、前記円形線の外側に第二の所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定する請求項８または９記載の画像処理方法。

【請求項１１】

前記変換ステップは、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な２つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項１記載の画像処理方法。

【請求項１２】

前記変換ステップは、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な２つの区画線のうちの長いほうの区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各画素から当該区画線に直交する法線上に短いほうの区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項１１記載の画像処理方法。

【請求項１３】

前記縁部画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の１列分の画素に対応づける変換テーブルを予め作成しておき、

前記変換ステップは、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を決定するステップを有する請求項１１または１２記載の画像処理方法。

【請求項１４】

平行な２つの区画線にて区画される被処理画像を取得する画像取得ステップと、

前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な２つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔で設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する変換ステップを有する画像処理方法。

【請求項１５】

前記変換ステップは、前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な２つの区画線のうち長いほうの区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直行する法線上に短いほうの区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項１４記載の画像処理方法。

【請求項１６】

前記被処理画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の１列分の画素に対応づける変換テーブルを予め作成しておき、

前記変換ステップは、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記被処理画像における位置を決定するステップを有する請求項１４または１５記載の画像処理方法。

【請求項１７】

物体の表面を撮影する撮影手段と、

該撮影手段により得られた撮影画像を処理する処理ユニットとを有し、

前記処理ユニットは、

画素単位の濃淡値により構成され、前記物体の表面画像を含む被処理画像を取得する画

10

20

30

40

50

像取得手段と、

前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定手段と、

前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換手段と、

前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理を施す画像処理手段とを有する画像処理装置。

【請求項 １８】

更に、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換手段とを有する請求項 １７記載の画像処理装置。

【請求項 １９】

前記変換手段は、

前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を取得する位置変換手段と

、
前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された縁部画像における各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値を決める手段とを有する請求項 １７または １８記載の画像処理装置。

【請求項 ２０】

前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像中の位置を表す変換テーブルを格納する記憶手段を有し、

前記位置変換手段は、前記変換テーブルを用いて前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像中の位置を取得する請求項 １９記載の画像処理装置。

【請求項 ２１】

前記撮影手段が円盤状の半導体ウエーハの表面を撮影し、

前記画像取得手段は、前記半導体ウエーハ表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、

前記縁部画像特定手段は、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、

前記逆変換手段は、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する請求項 １７記載の画像処理装置。

【請求項 ２２】

前記縁部画像特定手段は、前記円形線の内側に第 １の所定幅となり、前記円形線の外側に第二の所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定する請求項 ２１記載の画像処理装置。

【請求項 ２３】

前記変換手段は、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な２つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項 １７記載の画像処理装置。

【請求項 ２４】

前記変換ステップは、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な２つの区画線のうちの長いほうの区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各画素から当該区画線に直交する法線上に短いほうの区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項 １１記載の画像処理装置。

【請求項 ２５】

前記縁部画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の１列分の画素に対応づける変換テーブルを格納する記憶手段を有し、

10

20

30

40

50

前記変換手段は、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を決定する手段とを有する請求項 2 3 または 2 4 記載の画像処理装置。

【請求項 2 6】

物体の表面を撮影する撮影手段と、

該撮影手段により得られた撮影画像を処理する処理ユニットとを有し、

前記処理ユニットは、

前記撮影画像から平行な 2 つの区画線にて区画される被処理画像を取得する画像取得手段と、

前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な 2 つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔で設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する変換手段とを有する画像処理装置。

【請求項 2 7】

前記変換手段は、前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な 2 つの区画線のうち長いほうの区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直行する法線上に短いほうの区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する請求項 2 6 記載の画像処理装置。

【請求項 2 8】

前記被処理画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の 1 列分の画素を対応づける変換テーブルを格納する記憶手段を有し、

前記変換手段は、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記被処理画像における位置を決定する手段を有する請求項 2 6 または 2 7 記載の画像処理装置。

【請求項 2 9】

物体の表面を撮影する撮影手段と、

該撮影手段により得られた撮影画像を処理して前記物体表面上の欠陥を検出する処理ユニットとを有し、

前記処理ユニットは、

画素単位の濃淡値により構成され、前記物体の表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得手段と、

前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定手段と、

前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換手段と、

前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する 1 次元画像処理を施す第 1 画像処理手段と、

前記 1 次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換手段と、

前記物体表面画像から前記縁部画像を除いた本体部画像に対して、2 次元的に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する 2 次元画像処理を施して処理済物体表面本体部画像を生成する第 2 画像処理手段と、

前記処理済縁部画像及び前記処理済本体部画像において欠陥部分を特定する欠陥特定手段とを有する表面検査装置。

【請求項 3 0】

前記撮影手段が円盤状の半導体ウエーハの表面を撮影し、前記処理ユニットが該半導体ウエーハ表面上の欠陥を検出する請求項 2 9 記載の表面検査装置であって、

前記画像取得手段は、前記半導体ウエーハの表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、

前記縁部画像特定手段は、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交する

10

20

30

40

50

方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、

前記逆変換手段は、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成し、

前記第２画像処理手段は、前記半導体ウエーハ表面画像から前記縁部画像を除いた前記本体部画像に対して前記２次元画像処理を施して処理済本体部画像を生成する表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、画素単位の濃淡値にて構成される物体表面画像を含む画像を処理する画像処理方法、画像処理装置及び該画像処理装置を用いた表面検査装置に関する。

10

【背景技術】

【０００２】

物体の表面を撮影し、得られた画像に基づいて前記物体表面の欠陥を検査する表面検査装置が提案されている（特許文献１参照）。この表面検査装置では、半導体ウエーハや液晶ガラス基板等の被検査物体の表面がラインセンサによって走査され、該ラインセンサから出力される撮像信号に基づいて２次元的な被検査体の表面画像が生成される。そして、その表面画像の各部が処理され、その各部の処理された表面画像における濃淡の状態等から被検査体表面の欠陥（膜厚ムラやパターン欠陥等）が検出される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００７－１４７４４１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ところで、上述したような表面検査装置においてなされる物体表面画像に対する処理として、物体表面画像における欠陥部分の濃淡を強調するためにフィルタ処理を行うことができる。このフィルタ処理は、各注目画素の濃淡値を周りの画素の濃淡値を考慮して強調するものである。即ち、２次元的に並ぶ複数画素（注目画素及びその周りの画素）の濃淡値を順次処理する２次元画像処理が前記物体表面画像に施される。

30

【０００５】

しかしながら、その物体表面画像の縁線部分では、その縁線の内側（縁部画像）と外側（背景画像）とで濃淡値が急激に変化しているので、２次元画像処理では、その縁線部分の領域において適正な処理済画像を得ることができない。

【０００６】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、物体表面画像の縁部分の領域において適正な画像処理済の施された画像を得ることのできる画像処理方法及び画像処理装置を提供するとともに、該画像処理装置を用いた表面検査装置を提供するものである。

40

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明に係る画像処理方法は、画素単位の濃淡値により構成され、物体表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得ステップと、前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定ステップと、前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換ステップと、前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理を施す画像処理ステップとを有する構成となる。

【０００８】

このような構成により、被処理画像において設定された物体表面画像の縁線を含み該縁

50

線に直交する方向に所定幅となる領域の縁部画像がその所定幅に相当する幅の矩形画像に変換され、該矩形画像に対して、その幅に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理が施される。前記矩形画像に対する１次元画像処理では、当該矩形画像の幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値が順次処理されるので、前記矩形画像は、前記物体表面画像の縁線に対応する直線に沿った方向に順次処理されることになる。

【０００９】

本発明に係る画像処理方法において、更に、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換ステップとを有する構成とすることができる。

【００１０】

このような構成により、１次元画像処理の施された前記矩形画像が元の領域の画像に逆変換されて処理済縁部画像が生成される。前述したように矩形画像に対する１次元画像処理が前記物体表面画像の縁線に対応する直線に沿った方向での処理になるので、その１次元画像処理済の矩形画像が逆変換されて得られる処理済縁部画像は、実質的に前記物体表面画像の縁線に沿って画像処理が施されたものとなる。

【００１１】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記縁部画像特定ステップは、前記縁線の前記物体表面画像の内側方向に第１の所定幅となり、前記縁線の前記物体表面画像の外側方向に第二の所定幅となる領域の画像を前記縁部画像として特定するように構成することができる。

【００１２】

このような構成により、被処理画像において当該物体表面画像の縁に正確に合致する縁線が設定されなくても、当該物体表面画像の縁を必ず含む領域の画像を縁部画像として特定することができる。

【００１３】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記変換ステップは、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を取得する位置変換ステップと、前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された縁部画像における各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値を決めるステップとを有する構成とすることができる。

【００１４】

このような構成により、矩形画像を構成する各画素に対応する縁部画像における位置が取得され、前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された縁部画像における各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値が決められる。

【００１５】

前記矩形画像の画素に対応する前記縁部画像における位置が当該縁部画像の画素位置に合致する場合には、当該矩形画像の画素の濃淡値は、対応する縁部画像の画素の濃淡値に決めることができる。また、前記矩形画像の画素に対応する前記縁部画像における位置が当該縁部画像の画素位置からずれている場合には、当該矩形画像の画素の濃淡値は、例えば、対応する縁部画像における位置の周辺画素の濃淡値に基づいた補間処理により決めることができる。

【００１６】

更に、本発明に係る画像処理方法において、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を表す変換テーブルを予め作成しておき、前記位置変換ステップは、前記変換テーブルを用いて前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を取得するように構成することができる。

【００１７】

このような構成により、矩形画像中の各画素に対応する縁部画像における位置が変換テーブルを用いて決定されるので、前記矩形画像中の各画素に対応する前記縁部画像における位置をより高速に得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記逆変換ステップは、前記元の領域の画像の各画素に対応する矩形画像における位置を取得する位置逆変換ステップと、前記１次元画像処理の施された矩形画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された矩形画像における各位置に対応する前記元の領域の画像の画素の濃淡値を決めて、前記処理済縁部画像を生成するステップとを有する構成とすることができる。

【 0 0 1 9 】

このような構成により、元の領域の画像を構成する各画素に対応する矩形画像における位置が取得され、１次元処理された矩形画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された矩形画像における各位置に対応する前記元の領域の画像の画素の濃淡値が決められる。このようにして決められた前記元の領域の画像の各画素の濃淡値によって構成される処理済縁部画像が生成される。

10

【 0 0 2 0 】

前記元の領域の画像の画素に対応する前記矩形画像における位置が当該矩形画像の画素位置に合致する場合には、前記元の領域の画素の濃淡値は、対応する矩形画像の画素の濃淡値に決めることができる。また、前記元の領域の画像の画素に対応する前記矩形画像における位置が当該矩形画像の画素位置からずれている場合には、当該元の領域の画像の画素の濃淡値は、例えば、対応する矩形画像の位置の周辺画素の濃淡値に基づいた補間処理により決めることができる。

【 0 0 2 1 】

20

更に、本発明に係る画像処理方法において、前記元の領域の画像の各画素に対応する前記矩形画像における位置を表す逆変換テーブルを予め作成しておき、前記位置逆変換ステップは、前記逆変換テーブルを用いて前記元の領域の画像の各画素に対応する前記矩形画像における位置を取得するように構成することができる。

【 0 0 2 2 】

このような構成により、元の領域の画像中の各画素に対応する矩形画像中における位置が逆変換テーブルを用いて決定されるので、元の領域の画像中の各画素に対応する前記矩形画像における位置をより高速に得ることができる。

【 0 0 2 3 】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記画像取得ステップは、円盤状半導体ウエーハの表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、前記縁部画像特定ステップは、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、前記逆変換ステップは、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して前記処理済縁部画像を生成するように構成することができる。

30

【 0 0 2 4 】

このような構成により、被処理画像において半導体ウエーハ表面画像の縁に沿って設定された円形線を含むリング状領域の全部または一部の画像に対して実質的に前記円形線に沿った方向に順次画像処理を施した処理済縁部画像を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

40

更に、本発明に係る画像処理方法において、前記縁部画像特定ステップは、前記円形線の内側に第１の所定幅となり、前記円形線の外側に第二の所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定するように構成することができる。

【 0 0 2 6 】

このような構成により、半導体ウエーハ表面画像の縁に正確に合致する円形線が設定されなくても、当該半導体ウエーハ表面画像の縁を必ず含むリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定することができる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記変換ステップは、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な２つの区画線のうちの一方の区画

50

線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換するように構成することができる。

【0028】

このような構成により、矩形状に配列された画素のそれぞれが、物体画像の縁線を挟んでそれに平行な2つの区画線にて区画される縁部画像における位置に対応する、矩形画像を得ることができる。

【0029】

また、本発明に係る画像処理方法において、前記変換ステップは、前記縁部画像を、当該縁部画像の前記物体画像の縁線を挟んでそれに平行な2つの区画線のうちの長いほうの区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各画素から当該区画線に直交する法線上に短いほうの区画線まで所定間隔にて設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換するように構成することができる。

10

【0030】

このような構成により、縁部画像を区画する2つの区画線のうち長い方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置に基づいて当該縁部画像における各位置が設定されるので、縁部画像においてより多くの位置を設定することができる。その結果、より多くの画素にて構成される矩形画像に変換することができる。

【0031】

更に、本発明に係る画像処理方法において、前記縁部画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の1列分の画素に対応づける変換テーブルを予め作成しておき、前記変換ステップは、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像における位置を決定するステップを有する構成とすることができる。

20

【0032】

このような構成により、変換テーブルが、縁部画像における全ての位置のそれぞれと矩形画像の画素とを対応づけるのではなく、縁部画像における一方の区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の1列分の画素を対応づけるようにしているので、変換テーブルをより小規模に構成することができ、結果として、それを記憶するメモリの容量を削減することができるようになる。

30

【0033】

本発明に係る画像処理方法は、平行な2つの区画線にて区画される被処理画像を取得する画像取得ステップと、前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な2つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔で設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する変換ステップを有する構成となる。

【0034】

このような構成により、平行な2つの区画線にて区画された被処理画像を、矩形状に画素の配列された矩形画像に変換することができる。

【0035】

本発明に係る画像処理方法において、前記被処理画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の1列分の画素に対応づける変換テーブルを予め作成しておき、前記変換ステップは、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記被処理画像における位置を決定するステップを有する構成とすることができる。

40

【0036】

このような構成により、変換テーブルが、縁部画像における全ての位置のそれぞれと矩形画像の画素とを対応づけるのではなく、縁部画像における一方の区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の1列分の画素を対応づけるようにしているので、変換テーブルをより小規模に構成することがで

50

き、結果として、それを記憶するメモリの容量を削減することができるようになる。

【0037】

本発明に係る画像処理装置は、物体の表面を撮影する撮影手段と、該撮影手段により得られた撮影画像を処理する処理ユニットとを有し、前記処理ユニットは、画素単位の濃淡値により構成され、前記物体の表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得手段と、前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定手段と、前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換手段と、前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理を施す画像処理手段とを有する構成となる。

10

【0038】

このような構成により、処理ユニットは、被処理画像において設定された物体表面画像の縁線を含み該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の縁部画像をその所定幅に相当する幅の矩形画像に変換し、該矩形画像に対して、その幅に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理を施す。前記矩形画像に対する１次元画像処理では、当該矩形画像の幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値が順次処理されるので、前記矩形画像は、前記物体表面画像の縁線に対応する直線に沿った方向に順次処理されることになる。

【0039】

本発明に係る画像処理装置において、更に、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換手段とを有する構成とすることができる。

20

【0040】

このような構成により、１次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像が生成される。前述したように矩形画像に対する１次元画像処理が前記物体表面画像に設定した縁線に対応する直線に沿った方向での処理になるので、その１次元画像処理済の矩形画像が逆変換されて得られる処理済縁部画像は、実質的に前記物体表面画像の縁線に沿って画像処理が施されたものとなる。

【0041】

また、本発明に係る画像処理装置において、前記変換手段は、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像中の位置を取得する位置変換手段と、前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得された縁部画像の各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値を決める手段とを有する構成とすることができる。

30

【0042】

このような構成により、処理ユニットは、矩形画像を構成する各画素に対応する縁部画像中の位置を取得し、前記縁部画像中の各画素の濃淡値に基づいて、前記取得した縁部画像の各位置に対応する前記矩形画像の画素の濃淡値を決める。

【0043】

更に、本発明に係る画像処理装置において、前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像中の位置を表す変換テーブルを格納する記憶手段を有し、前記位置変換手段は、前記変換テーブルを用いて前記矩形画像の各画素に対応する前記縁部画像中の位置を取得する構成とすることができる。

40

【0044】

このような構成により、処理ユニットは、記憶手段に格納された変換テーブルを用いて矩形画像の各画素に対応する縁部画像中の位置を取得するので、処理ユニットにおいて前記矩形画像中の各画素に対応する前記縁部画像中の位置をより高速に得ることができる。

【0045】

また、本発明に係る画像処理装置は、前記撮影手段が円盤状の半導体ウエーハの表面を撮影し、前記画像取得手段は、前記半導体ウエーハ表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、前記縁部画像特定手段は、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形

50

線に直交する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、前記逆変換手段は、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成するように構成することができる。

【００４６】

このような構成により、処理ユニットは、円盤状半導体ウエーハの表面画像の縁に沿って設定された円形線を含むリング状領域の全部または一部の画像に対して実質的に前記円形線に沿った方向に順次画像処理を施した処理済縁部画像を得ることができる。

【００４７】

また、本発明に係る画像処理装置において、前記縁部画像特定手段は、前記円形線の内側に第１の所定幅となり、前記円形線の外側に第二の所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定するように構成することができる。

【００４８】

このような構成により、処理ユニットは、半導体ウエーハ表面画像の縁に正確に合致する円形線が設定されなくても、当該半導体ウエーハ表面画像の縁を必ず含むリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定することができる。

【００４９】

本発明に係る画像処理装置は、物体の表面を撮影する撮影手段と、該撮影手段により得られた撮影画像を処理する処理ユニットとを有し、前記処理ユニットは、前記撮影画像から平行な２つの区画線にて区画される被処理画像を取得する画像取得手段と、前記被処理画像を、当該被処理画像の前記平行な２つの区画線のうちの一方の区画線に沿って所定間隔にて設定された各位置及び該各位置から当該区画線に直交する法線上に他方の区画線まで所定間隔で設定された各位置に対応する矩形配列された画素からなる矩形画像に変換する変換手段とを有する構成となる。

【００５０】

本発明に係る画像処理装置において、前記被処理画像における前記区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の１列分の画素に対応づける変換テーブルを格納する記憶手段を有し、前記変換手段は、前記変換テーブルを用いて、前記矩形画像の各画素に対応する前記被処理画像における位置を決定する手段を有する構成とすることができる。

【００５１】

このような構成により、このような構成により、変換テーブルが、縁部画像における全ての位置のそれぞれと矩形画像の画素とを対応づけるのではなく、縁部画像における一方の区画線に沿った各位置に、該位置を通る前記法線上に設定された全位置に対応づけられた前記矩形画像の１列分の画素を対応づけるようにしているので、変換テーブルをより小規模に構成することができ、結果として、それを格納する記憶手段の容量を削減することができるようになる。

【００５２】

本発明に係る表面検査装置は、物体の表面を撮影する撮影手段と、該撮影手段により得られた撮影画像を処理して前記物体表面上の欠陥を検出する処理ユニットとを有し、前記処理ユニットは、画素単位の濃淡値により構成され、前記物体の表面画像を含む被処理画像を取得する画像取得手段と、前記被処理画像において設定された前記物体表面画像の縁線を含み、該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定する縁部画像特定手段と、前記縁部画像を前記所定幅に相当する幅の矩形画像に変換する変換手段と、前記矩形画像に対して、その幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する１次元画像処理を施す第１画像処理手段と、前記１次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する逆変換手段と、前記物体表面画像から前記縁部画像を除いた本体部画像に対して、２次的に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する２次元画像処理を施して処理済本体部画像を生成する第２画像処理手段と、前記処理済縁部画像及び前記処理済物本体部画像において欠陥部分を特定する欠陥

特定手段とを有する構成となる。

【0053】

このような構成により、処理ユニットは、被処理画像において設定された物体表面画像の縁線を含み該縁線に直交する方向に所定幅となる領域の縁部画像をその所定幅に相当する幅の矩形画像に変換し、該矩形画像に対して、その幅に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する1次元画像処理を施す。前記矩形画像に対する1次元画像処理では、当該矩形画像の幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値が順次処理されるので、前記矩形画像は、前記物体表面画像の縁線に対応する直線に沿った方向に順次処理されることになる。

【0054】

そして、処理ユニットは、1次元画像処理の施された前記矩形画像を元の領域の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成する。前述したように、矩形画像に対する1次元画像処理が前記物体表面画像の縁線に対応する前記矩形画像中の直線に沿った方向での処理になるので、その1次元画像処理済の矩形画像が逆変換されて得られる処理済縁部画像は、実質的に前記物体表面画像の縁線に沿った方向に順次処理されたものとなる。

【0055】

また、処理ユニットは、物体表面画像から前記縁部画像を除いた本体部画像に対して2次元的に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する2次元画像処理を施して処理済物本体部画像を生成し、前記処理済縁部画像及び前記処理済本体部画像において欠陥部分を特定する。

【0056】

以上のように、物体表面画像の縁部画像及び本体部画像ともに、画像処理済の状態では欠陥部分の特定がなされるので、物体表面全体にわたった欠陥の検査をより精度良く行うことができる。

【0057】

また、本発明に係る表面検査装置において、前記撮影手段が円盤状の半導体ウエーハの表面を撮影し、前記処理ユニットが該半導体ウエーハ表面上の欠陥を検出する請求項14記載の表面検査装置であって、前記画像取得手段は、前記半導体ウエーハの表面画像を含む画像を前記被処理画像として取得し、前記縁部画像特定手段は、前記半導体ウエーハ表面画像の縁に沿った円形線に直交する方向に所定幅となるリング状領域の全部または一部の画像を縁部画像として特定し、前記逆変換手段は、前記1次元画像処理の施された前記矩形画像を元のリング状領域の全部または一部の画像に逆変換して処理済縁部画像を生成し、前記第2画像処理手段は、前記半導体ウエーハ表面画像から前記縁部画像を除いた前記本体部画像に対して前記2次元画像処理を施して処理済本体部画像を生成するように構成される。

【0058】

このような構成により、円盤状の半導体ウエーハ表面画像の縁に沿って設定された円形線を含むリング状領域の全部または一部について実施的に前記円形線に沿った方向に順次画像処理を施した処理済縁部画像、及び前記半導体ウエーハ表面画像から前記縁部画像を除いた本体部画像に2次元画像処理が施されて得られた処理済表本体部画像の双方において欠陥部分の特定がなされるので、半導体ウエーハの表面全体にわたって欠陥の検査をより精度良く行うことができる。

【発明の効果】

【0059】

本発明に係る画像処理方法及び画像処理装置によれば、被処理画像において特定された物体表面画像の縁線を含む縁部画像が矩形画像に変換され、その矩形画像に対して1次元画像処理が施される。前記矩形画像に対する1次元画像処理では、当該矩形画像の幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値が順次処理されるので、その1次元画像処理済みの矩形画像は、前記物体表面画像の縁線に沿った方向に順次画像処理を施して得られる画像に対応したものとなる。そして、その処理済みの矩形画像を逆変換すれば、物体表面画

10

20

30

40

50

像の縁部分の領域において適正な画像処理済の施された画像を容易に得ることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】半導体ウエーハの表面検査装置における機構部の構造を示す側面図である。

【図2】半導体ウエーハの表面検査装置における機構部の構造を示す正面図である。

【図3】カメラユニット（CCDラインセンサ）による半導体ウエーハ表面の走査の状態を示す図である。

【図4】半導体ウエーハの表面検査装置における制御系を示すブロック図である。

【図5】登録処理の手順を示すフローチャートである。

10

【図6A】撮影画像の一例を示す図である。

【図6B】位置補正された撮影画像の一例を示す図である。

【図6C】撮影画像においてウエーハ表面画像の縁に円形線が設定された状態を示す図である。

【図7】撮影画像において設定されたウエーハ表面画像の縁線を含むリング状領域を示す図である。

【図8】リング状領域の画像（縁部画像）が変換されるべき矩形画像の画素構成を示す図である。

【図9】撮影画像において特定された縁部画像とそれが変換されて得られる矩形画像との関係を示す図である。

20

【図10A】任意の角度位置に法線NLの設定された状態の縁部画像を示す図である。

【図10B】図10Aの角度範囲0°～90°を拡大して示した図である。

【図11A】縁部画像の外周縁に設定される位置を拡大して示す図である。

【図11B】法線NL上に設定される位置を示す図である

【図12】法線NL上に設定される位置を拡大して示す図である。

【図13】矩形画像の各画素と縁部画像の位置との関係を示す図である。

【図14】変換テーブルが有する情報内容の一例を示す図である。

【図15】矩形画像とそれが逆変換されて得られるリング状領域の画像（縁部画像）との関係を示す図である。

【図16】検査処理の手順を示すフローチャートである。

30

【図17A】検査対象となる半導体ウエーハの撮影画像の一例を示す図である。

【図17B】位置補正された撮影画像の一例を示す図である。

【図18】撮影画像にて特定された縁部画像とそれが変換されて得られる矩形画像との関係を示す図である。

【図19】1次元画像処理前の矩形画像と1次元画像処理後の矩形画像とを示す図である。

【図20】処理済矩形画像とそれが逆変換されて得られる処理済縁部画像との関係を示す図である。

【図21】検出された欠陥が表されたウエーハ表面画像の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0061】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0062】

本発明に係る画像処理方法に従った画像処理が実行される画像処理装置は、例えば、半導体ウエーハの表面検査装置内に構成される。この表面検査装置の機構部は、図1及び図2に示すように構成される。なお、図1は、当該機構部の構成を示す側面図であり、図2はその正面図である。

【0063】

図1及び図2において、この表面検査装置は、基台50を有し、基台50内にキャリッジ60とシフト移動機構70とが設けられている（特に図1参照）。シフト移動機構70

50

は、ステージ 7 1 を有し、キャリッジ 6 0 がステージ 7 1 上で自走による往復移動（図 1 における左右方向移動、図 2 における紙面に垂直な方向）可能となっている。シフト移動機構 7 0 は、また、モータ、ギア機構等を含む駆動部 7 2 を有し、この駆動部 7 2 によってステージ 7 1 がキャリッジ 6 0 の自走による移動方向に直交する方向（図 2 における左右方向、図 1 における紙面に垂直な方向）に移動可能となっている。

【 0 0 6 4 】

キャリッジ 6 0 には、検査対象となる半導体ウエーハ（以下、単にウエーハという）1 0 を支持する支持機構 2 0 が設けられ、この支持機構 2 0 が基台 5 0 の上面から突出している。支持機構 2 0 は、ウエーハ 1 0 がセットされる円形のテーブル 2 1 と、キャリッジ 6 0 の移動方向に直交する方向に沿って並んでテーブル 2 1 を支持する 2 つの支持脚 2 2 a、2 2 b とを有しており、これら支持脚 2 2 a、2 2 b がキャリッジ 6 0 に固定されている。なお、図示してはいないが、基台 5 0 の上面には、キャリッジ 6 0 の自走移動に際して、支持脚 2 2 a、2 2 b を当該移動方向にガイドするガイド機構が設けられており、また、シフト移動機構 7 0 によってキャリッジ 6 0 がその自走方向に直交する方向にシフト移動する際に、支持脚 2 2 a、2 2 b をその方向にガイドするシフトガイド機構が設けられている。

【 0 0 6 5 】

基台 5 0 上面のキャリッジ 6 0 の自走方向における略中央部に、アーチ形状のフレーム 5 5 が設けられている。このフレーム 5 5 の略中央部にはカメラユニット 3 0 が下方に向けて設けられている。また、フレーム 5 5 のカメラユニット 3 0 の設置位置近傍には照明ユニット 3 1 が設けられている。照明ユニット 3 1 は、フレーム 5 5 の下方を移動する支持機構 2 0 に支持されたウエーハ 1 0 の表面を照明する。

【 0 0 6 6 】

カメラユニット 3 0 は、ラインセンサ（例えば、1 次元 C C D イメージセンサ）を有しており、キャリッジ 6 0 の移動に伴って移動する支持機構 2 0 によって支持されたウエーハ 1 0 の表面を撮影する。具体的には、図 3 に示すように、カメラユニット 3 0 は、4 回の走査によりウエーハ 1 0 の表面全体を撮影する。

【 0 0 6 7 】

図 3 において、まず、シフト初期位置 P s 1 において、キャリッジ 6 0 が方向 A 1 に移動する際にカメラユニット 3 0 がウエーハ 1 0 表面の所定幅（ラインセンサの長さに対応）を方向 S 1 に走査する。シフト初期位置 P s 1 での走査が完了すると、キャリッジ 6 0 がシフト移動機構 7 0 によって方向 B にシフト位置 P s 2 までシフトされる。次いで、シフト位置 P s 2 において、キャリッジ 6 0 が前記方向 A 1 とは逆の方向 A 2 に移動する際にカメラユニット 3 0 がウエーハ 1 0 を方向 S 2（方向 S 1 と逆）に走査する。シフト位置 P s 2 での走査が完了すると、キャリッジ 6 0 がシフト機構 7 0 によって更に方向 B にシフト位置 P s 3 までシフトされる。そして、シフト位置 P s 3 において、キャリッジ 6 0 が方向 A 1 に移動する際にカメラユニット 3 0 がウエーハ 1 0 を方向 S 1 に走査する。シフト位置 P s 3 での走査が完了すると、キャリッジがシフト機構 7 0 によって更にシフト位置 P s 4 にシフトされる。このシフト位置 P s 4 において、キャリッジ 6 0 が方向 A 2 に移動する際にカメラユニット 3 0 がウエーハ S 2 方向に走査する。このように、キャリッジ 6 0 が、自走による方向 A 1、A 2 の往復動を行いつつ、シフト移動機構 7 0 による方向 B へのシフト移動を繰り返す間に、カメラユニット 3 0 がウエーハ 1 0 の表面を 4 回走査する。その過程で、カメラユニット 3 0 は、ウエーハ 1 0 の表面を撮影し、画像信号を順次出力する。

【 0 0 6 8 】

表面検査装置の制御系は、図 4 に示すように構成されている。

【 0 0 6 9 】

図 4 において、処理ユニット 1 0 0 は、前述したカメラユニット 3 0 からの画像信号を入力し、その画像信号をウエーハ 1 0 の表面画像を表す情報として処理する。また、処理ユニット 1 0 0 には駆動制御ユニット 1 2 0 が接続されており、駆動制御ユニット 1 2 0

が処理ユニット 100 の制御のもと、前述したキャリッジ 60 及びシフト移動機構 70 を含む移動機構 200 の駆動制御を行う。更に、処理ユニット 100 には操作ユニット 111 及び表示ユニット 112 が接続されている。ユーザによって操作される操作ユニット 111 からの操作信号を入力する処理ユニット 100 は、その操作信号に基づいた各種の処理を実行する。処理ユニット 100 は、処理によって得られた画像データに基づいて表示ユニット 112 にウエーハ 10 の表面画像を含む撮影画像を表示させる等、各種の情報を表示ユニット 112 に表示させる。

【0070】

次に、ウエーハ 10 表面の欠陥を検出する処理について説明する。

【0071】

まず、ウエーハ 10 の表面画像の画像処理に係る各種情報の登録に関する処理（登録処理）が行われる。

【0072】

検査対象となるウエーハを代表するウエーハ 10 の表面が前述した機構部（図 1～図 3 参照）においてカメラユニット 30 によって撮影され、カメラユニット 30 からの画像信号を入力する処理ユニット 100 が図 5 に示す手順に従って処理を実行する。

【0073】

図 5 において、処理ユニット 100 は、カメラユニット 30 から順次供給される画像信号を画素単位の濃淡値で構成される画像データに変換し、ウエーハ 10 の表面全体を表すウエーハ表面画像（データ）を含む撮影画像を被処理画像として取得する（S1）。このウエーハ表面画像を含む撮影画像は画像メモリ（図示略）に展開される。処理ユニット 100 は、例えば、図 6A に示すように、ウエーハ表面画像 I 10 を含む撮影画像（被処理対象画像）I を取得すると、その撮影画像 I を画像メモリ上において X（横方向座標軸）、Y（縦方向座標軸）及び（反時計方向回りの角度）の各基準に基づいて位置補正する（S2）。例えば、図 6B に示すように、ウエーハ表面画像 I 10 のノッチ部分 I 11 が所定の方向に位置づけられるように位置補正される。処理ユニット 100 は、前記位置補正されたウエーハ表面画像 I 10 を含む撮影画像 I を表示ユニット 112 に表示させる。

【0074】

表示ユニット 112 に表示された撮影画像 I に対して、ユーザは、操作ユニット 111 を操作して、例えば、図 6C に示すように、ウエーハ表面画像 I 10 の縁 Edg に沿う円形線 C0（縁線：一転鎖線参照）を設定する。円形線 C0 が設定された状態で操作ユニット 111 にて所定の決定操作がなされると、処理ユニット 100 は、設定された前記円形線 C0 の半径 R 及びその中心 O の位置（Xo, Yo）を取得する（S3）。次いで、処理ユニット 100 は、図 7 に示すように、半径 R 及びその中心 O の位置（Xo, Yo）にて特定される前記円形線 C0 と同心となって、半径（R - L1）の内側円形区画線 C1 と、前記円形線 C0 と同心となって、半径（R + L2）の外側円形区画線 C2 とを設定する。これにより、処理ユニット 100 は、前記円形線 C0 を挟んでそれに平行な前記内側円形区画線 C1 と前記外側円形区画線 C2 とによって区画されて、前記円形線 C0 からウエーハ表面画像 I 10 の内側に幅 L1 となり、その外側に幅 L2 となるリング状領域 E_{Ling} を認識し、撮影画像 I におけるそのリング状領域 E_{Ling} 内の画像を縁部画像 IE として特定する（S4）。なお、L1、L2 は、例えば、ユーザの操作ユニット 11 の操作により設定される。

【0075】

次に、処理ユニット 100 は、リング状領域 E_{Ling} の縁部画像 IE をその幅（L1 + L2）に相当する幅となる矩形画像 IR に変換するために用いられるべき変換テーブル（HLUT）を作成する（S5）。この変換テーブル（HLUT）は、外周 2（R + L2）（外側円形区画線 C2 の長さ）及び内周 2（R - L1）（内側円形区画線 C1 の長さ）のリング状となる縁部画像 IE の各位置を、図 8 に示すような、前記縁部画像 IE の外周 2（R + L2）及び幅（L1 + L2）に相当する長さ及び幅の矩形画像 IR の画素 Px に対応付けるものである。具体的には、図 9 に示すように、リング状の縁部画像 IE にお

10

20

30

40

50

ける第1角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) の第1縁部画像部分 $IE(1)$ の各位置が、長さ $2(R + L2)$ のうちの前記第1角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) に相当する長さの第1矩形画像部分 $IR(1)$ の画素に対応づけられ、縁部画像 IE における第2角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) の第2縁部画像部分 $IE(2)$ の各位置が、同様に前記第2角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) に相当する長さの第2矩形画像部分 $IR(2)$ の画素に対応付けられる。また、リング状の縁部画像 IE における第3角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) の第3縁部画像部分 $IE(3)$ の各位置が、前記長さ $2(R + L2)$ のうちの前記第3角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) に相当する長さの第3矩形画像部分 $IR(3)$ の画素に対応付けられ、更に、縁部画像 IE における第4角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) の第4縁部画像部分 $IE(4)$ の各位置が、同様に前記第4角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) に相当する長さの第4矩形画像部分 $IR(4)$ の画素に対応付けられる。

【0076】

前記変換テーブルは、矩形画像 IR の各画素に対応する前記縁部画像 IE の位置を表すものであって、次のようにして作成される。

【0077】

図10A及び図10Bに示すような外周縁(外側円形区画線 $C2$)及び内周縁(内側円形区画線 $C1$)を有するリング形状の縁部画像 IE において、図11Aに示すように、その外周縁(外側円形区画線 $C2$)に沿って等間隔(1画素の分解能に基づいた単位長)に n 箇所の位置 $P_0(X_0, Y_0)$ 、 $P_1(X_1, Y_1)$ 、 \dots 、 $P_i(X_i, Y_i)$ 、 \dots 、 $P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1})$ が決められる。なお、 $n = 2(R + L2) /$ である。次に、図10A、図10Bおよび図11Bに示すように、外周縁(外側円形区画線 $C2$)に設定された前記各位置 P_j を通り、外周縁(外側円形区画線 $C2$)及び内周縁(内側円形区画線 $C1$)に直交する直線(以下、法線という) $NL()$ が設定されると、その法線 $NL()$ 上の前記外周縁($C2$)との交点 A と前記内周縁($C1$)との交点 B との間に等間隔()に m 箇所の位置 $P_{j1} \sim P_{jm}$ が設定され得る。なお、 $m = (L1 + L2) /$ である。具体的には、図12に示すように、法線 $NL()$ 上に、 A 点の位置 P_j から X 方向に順次 $X_j (= \cdot \cos)$ ずつ、及び Y 方向に順次 $Y_j (= \cdot \sin)$ ずつずれた各位置 $P_{j1} \sim P_{jm}$ が点 B に至るまで設定され得る。各位置の座標値は、 $P_j(X_j, Y_j)$ 、 $P_{j1}(X_j - X_j, Y_j - Y_j)$ 、 \dots 、 $P_{jm}(X_j - m X_j, Y_j - m Y_j)$ である。

【0078】

前述したように縁部画像 IE に設定される各位置が図8に示す矩形画像 IR の画素に対応付けられる。具体的には、図13に示すように、縁部画像 IE の外周縁(外側円形区画線 $C2$)に対応した矩形画像 IR の辺 $V(C2)$ に沿って並ぶ n 個の各画素 $P_{x0} \sim P_{xn-1}$ が、縁部画像 IE の外周縁(外側円形区画線 $C2$)に沿って設定された位置 $P_0(X_0, Y_0) \sim P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1})$ に対応付けられ、矩形画像 IR の前記辺 $V(C2)$ から1画素分内側に並ぶ n 個の画素 $P_{x01} \sim P_{x(n-1)1}$ が、縁部画像 IE の外周縁(外側円形区画線 $C2$)から間隔 だけ内側に設定された位置 $P_{01}(X_0 - X_0, Y_0 - Y_0) \sim P_{(n-1)1}(X_{n-1} - X_{n-1}, Y_{n-1} - Y_{n-1})$ に対応付けられ、以下、同様にして、縁部画像 IE の内周縁(内側円形区画線 $C1$)に対応した矩形画像 IR の辺 $V(C1)$ に沿って並ぶ n 個の各画素 $P_{x0m} \sim P_{x(n-1)m}$ が、縁部画像 IE の内周縁(内側円形区画線 $C1$)に沿って設定された位置 $P_{0m}(X_0 - m X_0, Y_0 - m Y_0) \sim P_{(n-1)m}(X_{n-1} - m X_{n-1}, Y_{n-1} - m Y_{n-1})$ に対応付けられる。

【0079】

変換テーブル($H L U T$)は、上述した関係を考慮して、図14に示すように、矩形画像 IR における幅方向1列分の画素($P_{x0} \sim P_{x0m}$)、($P_{x1} \sim P_{x1m}$)、 \dots 、($P_{x_{n-1}} \sim P_{x_{(n-1)m}}$)に対して、縁部画像 IE の外周縁(外側円形区画線 $C2$)に沿って設定された各位置 $P_0 \sim P_{n-1}$ の座標値を含む数値(X_0, Y_0, X_0, Y_0)、(X_1, Y_1, X_1, Y_1)、 \dots 、($X_{n-1}, Y_{n-1}, X_{n-1}, Y_{n-1}$)が対応付けられ

ている。このような変換テーブル（HLUT）を用いることにより、矩形画像IRにおいて幅方向に並ぶ1列目の各画素（ $P_{x_0} \sim P_{x_{om}}$ ）に対応する縁部画像IEの各位置が、 (X_0, Y_0) 、 $(X_0 - X_0, Y_0 - Y_0)$ 、 \dots 、 $(X_0 - m X_0, Y_0 - m Y_0)$ のように決められ、同様に、幅方向に並ぶ任意の $(i + 1)$ 列目の各画素（ $P_{x_i} \sim P_{x_{im}}$ ）に対応する縁部画像IEの各位置が、 (X_i, Y_i) 、 $(X_i - X_i, Y_i - Y_i)$ 、 \dots 、 $(X_i - m X_i, Y_i - m Y_i)$ のように決められる。

【0080】

変換テーブル（HLUT）が、図13に示すような縁部画像IEに設定された全位置と矩形画像IRの各画素との対応関係ではなく、図14に示すように、矩形画像IRの幅方向の画素1列分に、縁部画像IEにおける外縁線（外側円形区画線C2）に沿った各位置 $P_0(X_0, Y_0) \sim P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1})$ と該各位置を通る法線上に設定された位置の間隔とに対応づけるようにしているので、変換テーブル（HLUT）をより小規模に構成することができ、結果として、それを記憶するメモリの容量を削減することができるようになる。

【0081】

図5に戻って、前述したような関係にて矩形画像IRの各画素に対応する縁部画像IEの位置を表す変換テーブル（HLUT）が生成されると、処理ユニット100は、逆に、縁部画像IEの各画素に対応する矩形画像IRの位置を表す逆変換テーブル（NLUT）を生成する（S6）。図8に示すような、長さ2（ $R + L2$ ）で幅（ $L1 + L2$ ）に相当する長さ及び幅の矩形画像IRの各位置を、外周2（ $R + L2$ ）及び内周2（ $R - L1$ ）の元のリング状領域 E_{Ling} の画像（縁部画像IE）の画素に対応付けるものである。具体的には、図15に示すように、長さ2（ $R + L2$ ）のうちの第1角度範囲（ 0°

$< 90^\circ$ ）に相当する長さの第1矩形画像部分IR（1）の各位置を、リング状の縁部画像IEにおける前記第1角度範囲（ $0^\circ < 90^\circ$ ）の第1縁部画像部分IE（1）の各画素に対応付け、同様に第2角度範囲（ $90^\circ < 180^\circ$ ）に相当する長さの第2矩形画像部分IR（2）の各位置を、縁部画像IEにおける前記第2角度範囲（ $90^\circ < 180^\circ$ ）の第2縁部画像部分IE（2）の画素に対応付ける。前記逆変換テーブルは、また、長さ2（ $R + L2$ ）のうちの第3角度範囲（ $180^\circ < 270^\circ$ ）に相当する長さの第3矩形画像部分IR（3）の各位置を、リング状の縁部画像IEにおける前記第3角度範囲（ $180^\circ < 270^\circ$ ）の第3縁部画像部分IE（3）の画素に対応付け、更に、第4角度範囲（ $270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$ ）に相当する長さの第4矩形画像部分IR（4）の各位置を、縁部画像IEにおける前記第4角度範囲（ $270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$ ）の第4縁部画像部分IE（4）の画素に対応づける。

【0082】

なお、この逆変換テーブル（NLUT）の生成手法は、前述した変換テーブル（HLUT）のものと同様である。

【0083】

前記変換テーブル（HLUT）と前記逆変換テーブル（NLUT）とが生成されると、処理ユニット100は、前記変換テーブル（HLUT）を用いてウエーハ表面画像I10を含む撮影画像Iにおいて特定された縁部画像IEを矩形画像IRに変換し、更に、前記逆変換テーブル（NLUT）を用いて前記変換により得られた矩形画像IRを元のリング状領域 E_{Ling} の画像（縁部画像IE）に逆変換する（S7）。そして、その逆変換にて得られた画像を含む撮影画像Iが表示ユニット112に表示される。ユーザは、表示ユニット112に表示された撮影画像Iの特に前記リング状領域 E_{Ling} の画像部分に問題がなければ、操作ユニット111で所定の登録実行の操作を行う。処理ユニット100は、操作ユニット111からの登録実行の操作に基づいた操作信号を入力すると、前述したように設定したウエーハ表面画像I10の縁に沿った円形線C0（縁線）を特定するための中心位置O（ X_0, Y_0 ）及び半径（R）、リング状領域 E_{Ling} の境界線（C1、）を表す円形線C0からの幅L1、L2、変換テーブル（HLUT）、逆変換テーブル（NLUT）及びウエーハ表面画像I10の円形領域から前記リング状領域 E_{Ling} 除いた中

10

20

30

40

50

心位置 (X_0, Y_0)、半径 ($R - L_1$) の円形本体部領域を内部メモリに登録して (S_8)、処理を終了する。この登録処理は、検査を行うウエーハの直径別に行うことができる。

【0084】

なお、ユーザは、前記変換及び逆変換の処理を経て得られた撮影画像 I の特に前記リング状領域 E_{Ling} の画像部分に何らかの問題があれば、再度、ウエーハ 10 の表面を撮影して、ウエーハ表面画像 I_{10} に対する円形線 C_0 及び幅 L_1, L_2 を決め、変換テーブル ($H L U T$)、逆変換テーブル ($N L U T$) を生成することができる。

【0085】

前述したようにして登録処理が終了した後に、当該表面検査装置は、各ウエーハ 10 の表面検査を行うことができる。検査対象となるウエーハ 10 の表面が前述した機構部 (図 1 ~ 図 3 参照) においてカメラユニット 30 によって撮影され、カメラユニット 30 からの画像信号を入力する処理ユニット 100 が図 16 に示す手順に従って処理を実行する。

【0086】

図 16 において、処理ユニット 100 は、検査対象となるウエーハ 10 の表面を撮影するカメラユニット 30 から順次供給される画像信号を画素単位の濃淡値で構成される画像データに変換し、ウエーハ 10 の表面全体を表すウエーハ表面画像 (データ) を含む撮影画像を被処理画像として取得する (S_{11})。このウエーハ表面画像を含む被処理画像は画像メモリ (図示略) に展開される。処理ユニット 100 は、例えば、図 17 A に示すようなウエーハ表面画像 I_{20} を含む撮影画像 I を取得すると、その撮影画像 I を画像メモリ上において X (横方向座標軸)、 Y (縦方向座標軸) 及び (反時計方向回りの角度) の各基準に基づいて位置補正する (S_{12})。例えば、図 17 B に示すように、ウエーハ表面画像 I_{20} のノッチ部分 I_{21} が所定の方に位置づけられるとともに、ウエーハ表面画像 I_{20} が、登録処理の際のもの (図 5、図 6 B 参照) と同様に位置づけられるように位置補正され、その位置補正後の撮影画像 I が画像メモリ上に展開される。なお、この場合、ウエーハ表面画像 I_{20} の外縁部分に欠陥部分 D_1 がある。

【0087】

処理ユニット 100 は、前記登録された円形線 C_0 を特定するその中心位置 (X_0, Y_0) 及び半径 (R)、及びリング状領域 E_{Ling} を特定する幅 L_1, L_2 に基づいて、位置補正されたウエーハ表面画像 I_{20} において、検査エリアのマッピングを行う (S_{13})。このマッピングにより、リング状領域 E_{Ling} の画像が縁部画像 I_E として特定されるとともに、ウエーハ表面画像 I_{20} の領域から前記リング状領域 E_{Ling} (縁部画像 I_E) を除いた円形本体部領域 (半径 ($R - L_1$)) のウエーハ本体部画像) が特定される。

【0088】

次いで、処理ユニット 100 は、前記マッピングによって得られたリング状領域 E_{Ling} の画像である縁部画像 I_E を前述した変換テーブル ($H L U T$) (図 13、図 14 参照) を用いて矩形画像 I_R に変換する (S_{14})。この変換の処理において、まず、矩形画像 I_R の各画素 (図 8 参照) に対応するリング状の縁部画像 I_E における位置が前記変換テーブル ($H L U T$) から取得される。次いで、取得された前記縁部画像 I_E における位置の濃淡値が取得され、その濃淡値が当該位置に対応する矩形画像 I_R の画素の濃淡値として決められる。前記縁部画像 I_E における位置が当該縁部画像 I_E における画素位置に合致する場合、当該画素の濃淡値が対応する矩形画像 I_R における画素の濃淡値として決められる。また、前記縁部画像 I_E における位置が当該縁部画像 I_E の画素位置に合致しない場合、当該位置の周辺画素の濃淡値による補間処理により当該位置の濃淡値が決定され、その濃淡値が対応する矩形画像 I_R の画素の濃淡値として決められる。

【0089】

このようにして、矩形画像 I_R における各画素の濃淡値が変換テーブル ($H L U T$) により対応付けられた縁部画像 I_E における位置の濃淡値に決められることにより、前記縁部画像 I_E が前記矩形画像 I_R に変換される。この変換処理により、図 18 に示すように、縁部画像 I_E における第 1 角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) の第 1 縁部画像部分 $I_E (1$

10

20

30

40

50

が、長さ $2 \times (R + L/2)$ のうちの前記第 1 角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) に相当する長さの第 1 矩形画像部分 $IR(1)$ に変換され、縁部画像 IE における第 2 角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) の第 2 縁部画像部分 $IE(2)$ が、同様に前記第 2 角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) に相当する長さの第 2 矩形画像部分 $IR(2)$ に変換される。また、リング状の縁部画像 IE における第 3 角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) の第 3 縁部画像部分 $IE(3)$ が、前記長さ $2 \times (R + L/2)$ のうちの前記第 3 角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) に相当する長さの第 3 矩形画像部分 $IR(3)$ に変換され、更に、縁部画像 IE における第 4 角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) の第 4 縁部画像部分 $IE(4)$ が、同様に前記第 4 角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) に相当する長さの第 4 矩形画像部分 $IR(4)$ に変換される。この場合、第 2 縁部画像部分 $IE(2)$ に存在する欠陥部分 $D1$ は、対応する第 2 矩形画像部分 $IR(2)$ の欠陥部分 $DR1$ に変換される。

10

【0090】

図 16 に戻って、処理ユニット 100 は、矩形画像 IR を生成すると、その矩形画像 IR に対して欠陥部分を強調するために 1 次元フィルタ処理を施す (S15)。この 1 次元フィルタ処理では、各注目画素の濃淡値が、その注目画素に対して矩形画像 IR の幅方向に直交する方向、即ち、縁部画像 IE の縁線として設定された円形線 $C0$ に対応する横方向に延びる直線 $V(C0)$ (図 8 参照) と平行となる方向において前後に並ぶ画素の濃淡値に基づいて決められる。このような 1 次元フィルタ処理により、欠陥部分が強調された状態の処理済矩形画像 IR_p が得られる。具体的には、図 19 に示すように、第 1 角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) に対応する第 1 矩形画像部分 $IR(1)$ から同角度範囲に対応する第 1 処理済矩形画像 $IR_p(1)$ が生成され、第 2 角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) に対応する第 2 矩形画像部分 $IR(2)$ から同角度範囲に対応する第 2 処理済矩形画像 $IR_p(2)$ が生成され、第 3 角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) に対応する第 3 矩形画像部分 $IR(3)$ から同角度範囲に対応する第 3 処理済矩形画像 $IR_p(3)$ が生成され、更に、第 4 角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) に対応する第 4 矩形画像部分 $IR(4)$ から同角度範囲に対応する第 4 処理済矩形画像 $IR_p(4)$ が生成される。この場合、第 2 矩形画像部分 $IR(2)$ に含まれた欠陥部分 $DR1$ は強調されて、欠陥部分 $DR1_p$ として第 2 処理済矩形画像部分 $IR_p(2)$ に生成されている。

20

【0091】

30

矩形画像 IR に対して 1 次元フィルタ処理が施されて処理済矩形画像 IR_p が得られると、処理ユニット 100 は、逆変換テーブル (NLUT) を用いて処理済矩形画像 IR_p を元のリング状領域 E_{Ling} の画像に逆変換する (S16)。この逆変換の処理において、まず、元のリング状領域 E_{Ling} の各画素に対応する処理済矩形画像 IR_p の位置が前記逆変換テーブル (NLUT) から取得される。次いで、取得された前記処理済矩形画像 IR_p における位置の濃淡値が取得され、その濃淡値が当該位置に対応するリング状領域 E_{Ling} における画素の濃淡値として決められる。前記処理済矩形画像 IR_p における位置が当該処理済矩形画像 IR_p における画素位置に合致する場合、当該画素の濃淡値が対応するリング状領域 E_{Ling} の画素の濃淡値として決められる。また、前記処理済矩形画像 IR_p における位置が当該処理済矩形画像 IR_p における画素位置に合致しない場合、当該位置の周辺画素の濃淡値による補間処理により当該位置の濃淡値が決定され、その濃淡値が対応するリング状領域 E_{Ling} における画素の濃淡値として決められる。

40

【0092】

このようにして、リング状領域 E_{Ling} の各画素の濃淡値が逆変換テーブル (NLUT) により対応付けられた処理済矩形画像 IR_p の位置の濃淡値に決められることにより、前記処理済矩形画像 IR_p が前記リング状領域 E_{Ling} の画像に変換され、処理済縁部画像 IE_p が得られることになる。この逆変換処理により、図 20 に示すように、第 1 角度範囲 ($0^\circ < 90^\circ$) に対応する第 1 処理済矩形画像部分 $IR_p(1)$ が、同角度範囲の第 1 処理済縁部画像部分 $IE_p(1)$ に逆変換され、第 2 角度範囲 ($90^\circ < 180^\circ$) に対応する第 2 処理済矩形画像部分 $IR_p(2)$ が、同角度範囲の第 2 処理済縁部画

50

像部分 $I E_p(2)$ に変換され、第3角度範囲 ($180^\circ < 270^\circ$) に対応する第3処理済矩形画像部分 $I R_p(3)$ が、同角度範囲の第3処理済縁部画像部分 $I E_p(3)$ に変換され、更に、第4角度範囲 ($270^\circ < 360^\circ, 0^\circ$) に対応する第4処理済矩形画像部分 $I R_p(4)$ が、同角度範囲の第4処理済縁部画像部分 $I E_p(4)$ に変換される。この場合、第2処理済矩形画像部分 $I R_p(2)$ に強調されて写り込んでいる欠陥部分 $D R_{1p}$ は第2処理済縁部画像 $I E_p(2)$ において強調された欠陥部分 D_{1p} に変換される。

【0093】

図16に戻って、処理ユニット100は、前述した処理済縁部画像 $I E_p$ の生成に次いで、前記マッピング (S13参照) により得られたウエーハ表面画像 $I 20$ の領域から前記リング領域 E_{Ling} を除いた円形本体部領域の画像に対して2次元フィルタ処理を施す (S17)。具体的には、円形本体部領域の画像 (ウエーハ本体部画像) において、各注目画素の濃淡値が、2次元的に配置されるその周辺画素 (例えば、注目画素を囲む8画素) の濃淡値に基づいて決められる。このような2次元フィルタ処理が施されることにより、処理済ウエーハ本体部画像が得られる。この処理済ウエーハ本体部画像においては、欠陥部分が強調された状態となる。次に、処理ユニット100は、前記処理済縁部画像 $I E_p$ と前記処理済ウエーハ本体部画像とを合成し、単一の処理済ウエーハ表面画像 $I 20_p$ を生成する (S18)。そして、処理ユニット100は、生成された処理済ウエーハ表面画像 $I 20_p$ に対して欠陥検出処理を施す (S19)。例えば、処理済ウエーハ表面画像 $I 20_p$ の濃度分布に基づいて欠陥部分が特定される。処理ユニット100は、前記欠陥検出処理により得られた欠陥部分を特定する情報、即ち、欠陥情報 (例えば、欠陥番号 (NO.)、欠陥部分の中心座標、欠陥部分の面積、欠陥部分の扁平度、欠陥部分を近似する楕円の長軸及び短軸、欠陥分類番号 (NO.) 等) を生成し、該欠陥情報を前記処理済ウエーハ表面画像 $I 20_p$ とともに保存する (S20)。そして、処理ユニット100は、図21に示すように、前記欠陥情報にて特定される欠陥部分 D_{1p} 、 D_{2p} 、 D_{3p} 、 D_{4p} を処理済ウエーハ表面画像 $I 20_p$ とともに表示ユニット112に表示させる。なお、図21において、欠陥部分 D_{1p} は、前記処理済縁部画像 $I E_p$ 上で特定されたものであり、他の欠陥部分 D_{2p} 、 D_{3p} 及び D_{4p} は、前記処理済ウエーハ本体部画像上で特定されたものである。

【0094】

前述したウエーハの表面検査装置にてなされる画像処理では、撮影画像 I (被処理画像) において特定されたウエーハ表面画像 $I 10$ の縁に沿った円形線 C_0 を含む縁部画像 $I E$ が矩形画像 $I R$ に変換され、その矩形画像 $I R$ に対して1次元フィルタ処理が施される。この1次元フィルタ処理が、ウエーハ表面画像 $I 20$ の縁に対して設定された円形線 C_0 に対応する直線 $V(C_0)$ に沿った方向での処理になるので、その1次元フィルタ処理の施された処理済矩形画像 $I R_p$ が逆変換されて得られる処理済縁部画像 $I E_p$ は、実質的に前記ウエーハ表面画像 $I 20$ の縁線に沿ってフィルタ処理が施されたものとなる。従って、ウエーハ表面画像 $I 20$ の縁部分の領域において適正なフィルタ処理の施された画像 (処理済縁部画像 $I E_p$) を容易に得ることができるようになる。

【0095】

また、ウエーハ表面画像 $I 20$ の縁部分の領域において適正なフィルタ処理の施された画像 (処理済縁部画像 $I E_p$) が得られるので、ウエーハ表面画像 $I 20$ の縁部分にある欠陥部分 D_{1p} も、その内側のウエーハ本体部画像にある欠陥部分 D_{2p} 、 D_{3p} 、 D_{4p} と同様に適確に検出することができるようになる。

【0096】

なお、前述した本発明の実施の形態では、ウエーハ表面画像 $I 20$ に設定された縁線としての円形線 C_0 を含むリング状領域 E_{Ling} 内の画像を縁部画像 $I E$ としたが、そのリング領域 E_{Ling} の一部の画像を縁部画像 $I E$ として処理することも可能である。また、物体表面の縁線が円形ではなく、任意の曲線であっても、その縁の曲線に沿った縁線を設定し、その縁線に直交する方向に所定幅となる領域の画像を縁部画像として特定することもで

きる。この場合、その任意の曲形状となる縁部画像の各位置と矩形画像の各画素との対応関係に基づいて当該縁画像が矩形画像に変換され、また、処理済矩形画像が元の曲形状の領域の画像（処理済縁部画像）に逆変換される。

【0097】

また、本発明に係る画像処理方法及び画像処理装置では、矩形画像 I R に対して施される 1 次元画像処理は、フィルタ処理に限られず、矩形画像 I R の幅方向に直交する方向に並ぶ複数画素の濃淡値を順次処理する 1 次元画像処理であれば、特に限定されない。

【0098】

前述した本発明の実施の形態では、縁部画像 I E から変換された矩形画像 I R に対して 1 次元画像処理（1 次元フィルタ処理）を施して処理済み矩形画像 I R_pを得た後に、更に、その処理済み矩形画像 I R_pを逆変換して処理済み縁部画像 I E_pを生成し、その処理済み縁部画像 I E_p（実際には合成画像）において欠陥を検出している。しかし、単に、被処理画像の特に縁部画像 I E 内の欠陥の有無だけを検出する場合等では、処理済み矩形画像 I R_pを逆変換する必要なく、処理済み矩形画像 I R_pにおいて欠陥検出の処理を行うことができる。

10

【0099】

更に、前述した本発明の実施の形態では、半導体ウエーハの撮影画像を被処理画像としたが、被処理画像は、何らかの物体の表面画像を含むものであれば特に限定されない。

【産業上の利用可能性】

【0100】

20

以上、説明したように、本発明に係る画像処理方法及び画像処理装置は、物体表面画像の縁部分の領域において適正な画像処理済の施された画像を得ることができるという効果を有し、画素単位の濃淡値にて構成される物体表面画像を処理する画像処理方法及び画像処理装置として有用であり、表面検査装置に好適である。

【符号の説明】

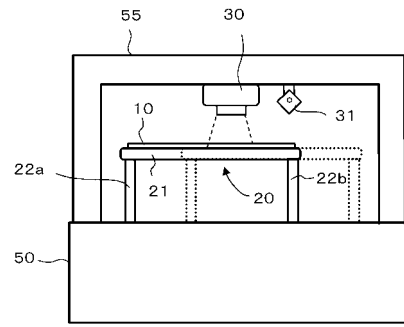
【0101】

- 10 ウエーハ
- 20 支持機構
- 21 テーブル
- 22 a、22 b 支持脚
- 30 カメラユニット
- 31 照明ユニット
- 50 基台
- 55 フレーム
- 60 キャリッジ
- 70 シフト移動機構
- 71 ステージ
- 72 駆動部
- 100 処理ユニット
- 111 操作ユニット
- 112 表示ユニット
- 120 駆動制御ユニット
- 200 移動機構

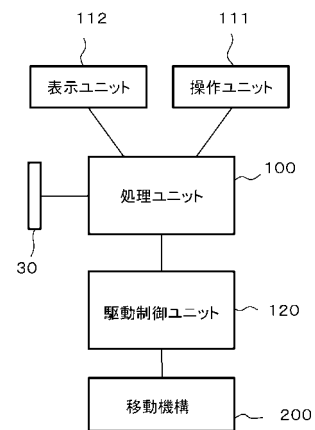
30

40

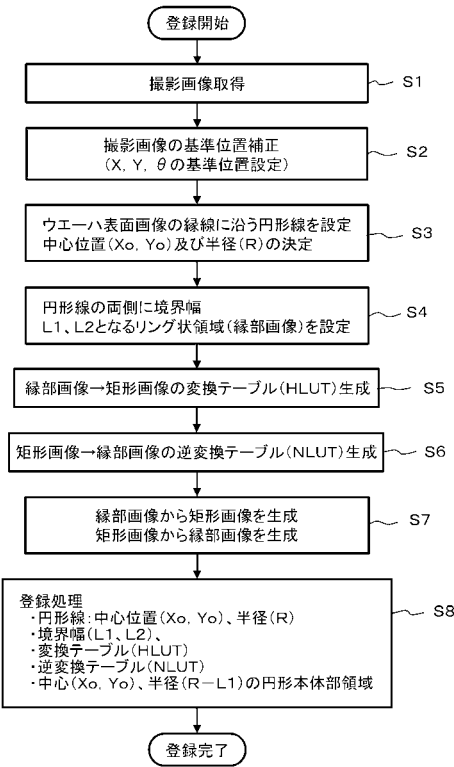
【 図 2 】



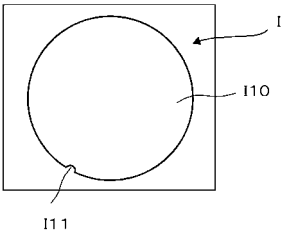
【 図 4 】



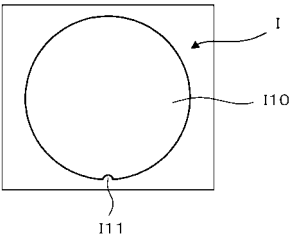
【 図 5 】



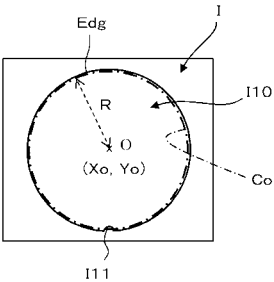
【 図 6 A 】



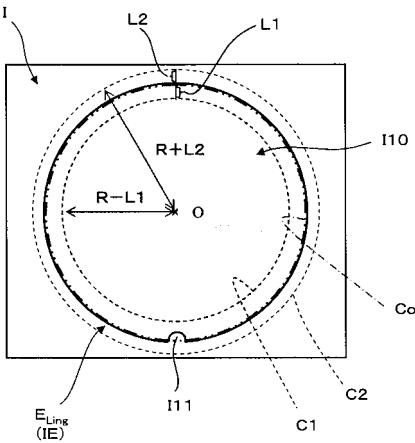
【 図 6 B 】



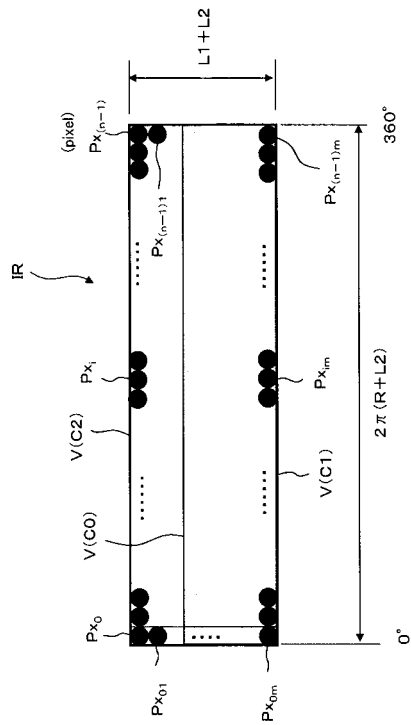
【 図 6 C 】



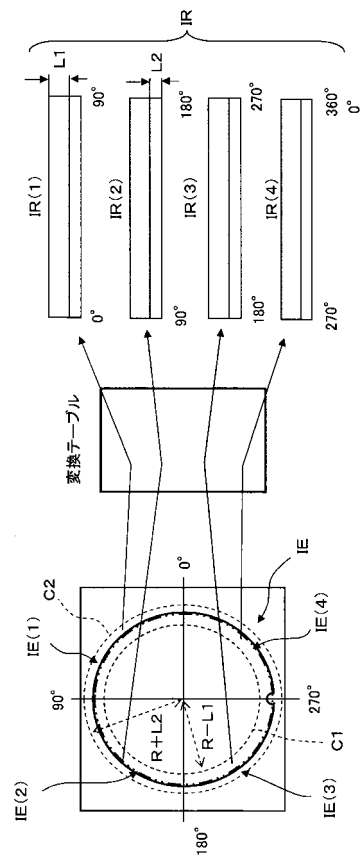
【 図 7 】



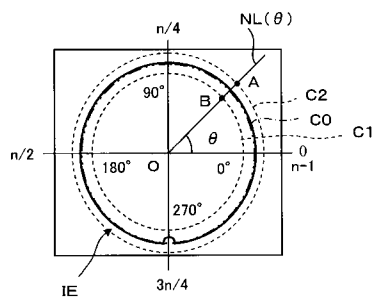
【図 8】



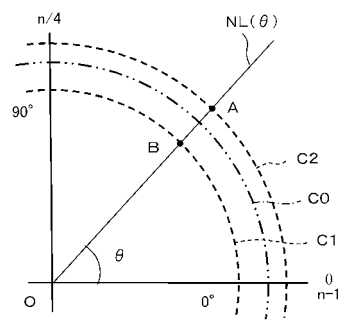
【図 9】



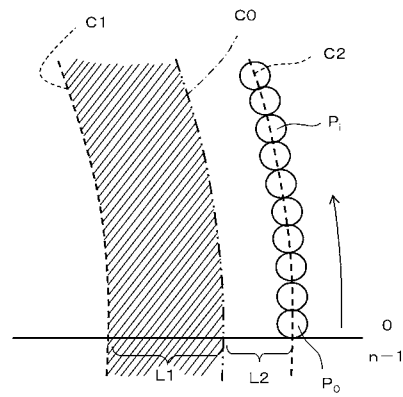
【図 10 A】



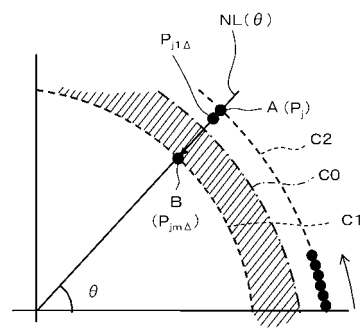
【図 10 B】



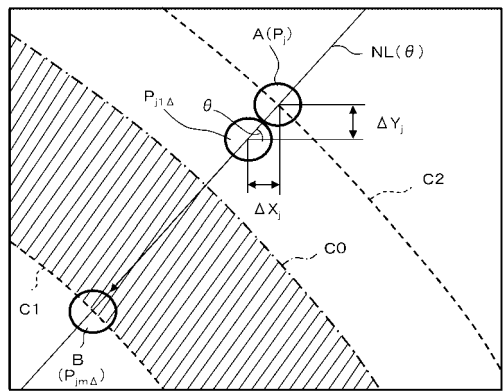
【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



【図 1 2】



【図 1 3】

矩形画像R 画素	P_{x_0}	P_{x_1}	\dots	P_{x_i}	\dots	$P_{x_{(n-1)}}$
縁部画像E 位置	P_0	P_1	\dots	P_i	\dots	P_{n-1}
	(X_0, Y_0)	(X_1, Y_1)	\dots	(X_i, Y_i)	\dots	(X_{n-1}, Y_{n-1})

矩形画像R 画素	$P_{x_{01}}$	$P_{x_{11}}$	\dots	$P_{x_{i1}}$	\dots	$P_{x_{(n-1)1}}$
縁部画像E 位置	$P_{01\Delta}$	$P_{11\Delta}$	\dots	$P_{i1\Delta}$	\dots	$P_{(n-1)1\Delta}$
	$(X_0 - \Delta X_0, Y_0 - \Delta Y_0)$	$(X_1 - \Delta X_1, Y_1 - \Delta Y_1)$	\dots	$(X_i - \Delta X_i, Y_i - \Delta Y_i)$	\dots	$(X_{n-1} - \Delta X_{n-1}, Y_{n-1} - \Delta Y_{n-1})$

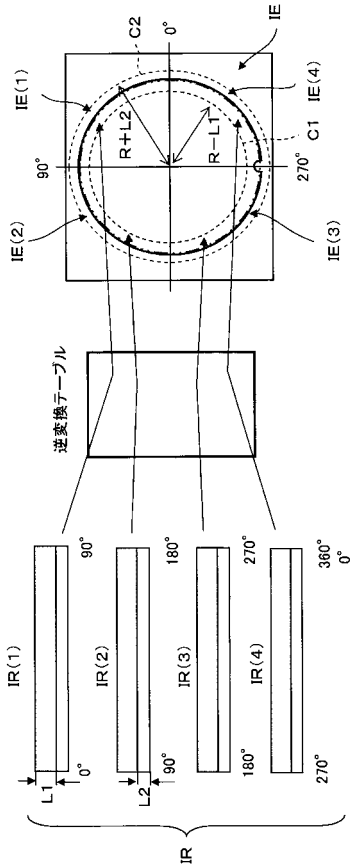
\vdots

矩形画像R 画素	$P_{x_{0m}}$	$P_{x_{1m}}$	\dots	$P_{x_{im}}$	\dots	$P_{x_{(n-1)m}}$
縁部画像E 位置	$P_{0m\Delta}$	$P_{1m\Delta}$	\dots	$P_{im\Delta}$	\dots	$P_{(n-1)m\Delta}$
	$(X_0 - m\Delta X_0, Y_0 - m\Delta Y_0)$	$(X_1 - m\Delta X_1, Y_1 - m\Delta Y_1)$	\dots	$(X_i - m\Delta X_i, Y_i - m\Delta Y_i)$	\dots	$(X_{n-1} - m\Delta X_{n-1}, Y_{n-1} - m\Delta Y_{n-1})$

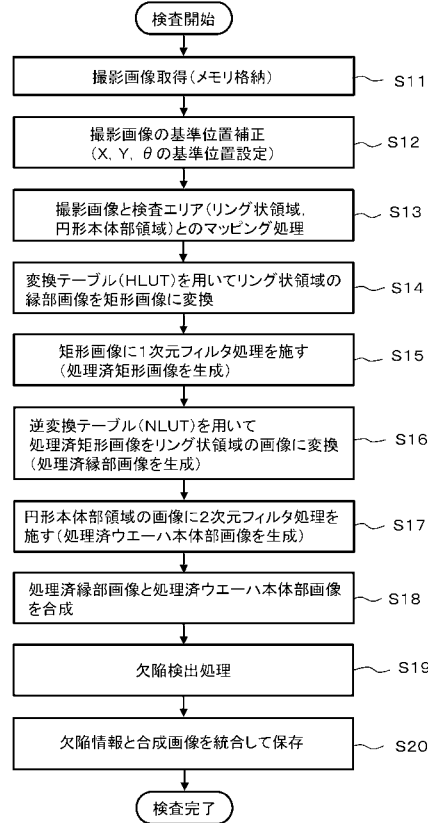
【 図 1 4 】

矩形画像IR(画素)	緑部画像IE(位置)			
	外円形線C2上位置		間隔Δ	
$P_{X_0} \sim P_{X_{0m}}$	X_0	Y_0	ΔX_0	ΔY_0
$P_{X_1} \sim P_{X_{1m}}$	X_1	Y_1	ΔX_1	ΔY_1
...
$P_{X_i} \sim P_{X_{im}}$	X_i	Y_i	ΔX_i	ΔY_i
...
$P_{X_{n-1}} \sim P_{X_{(n-1)m}}$	X_{n-1}	Y_{n-1}	ΔX_{n-1}	ΔY_{n-1}
$m = (L1 + L2) / \delta, n = 2\pi(R + L2) / \delta$				

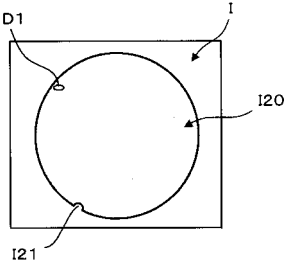
【 図 1 5 】



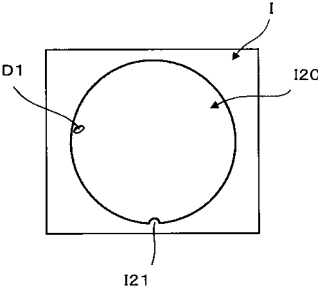
【 図 1 6 】



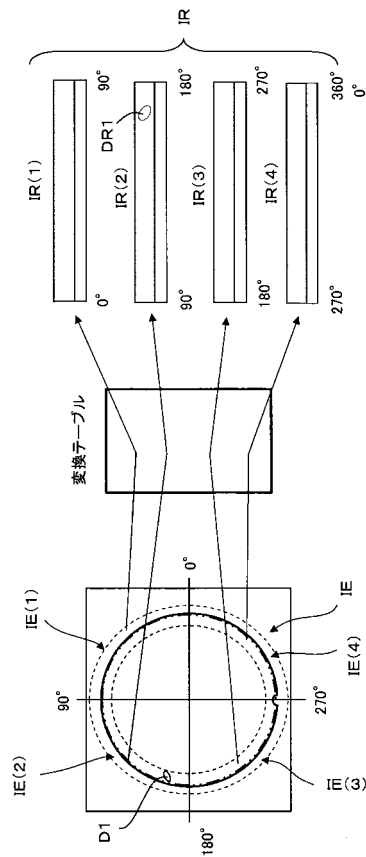
【 図 1 7 A 】



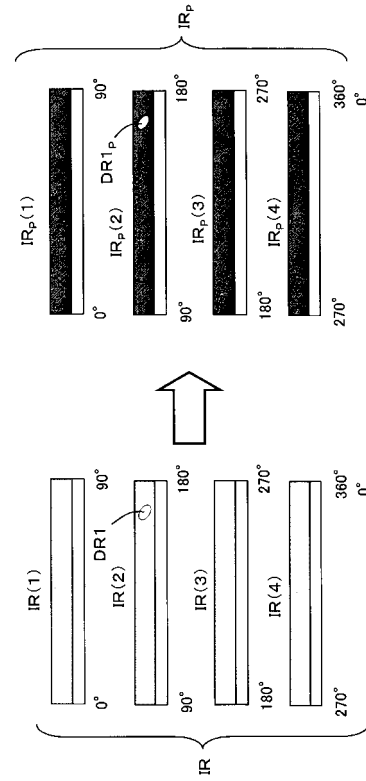
【 図 1 7 B 】



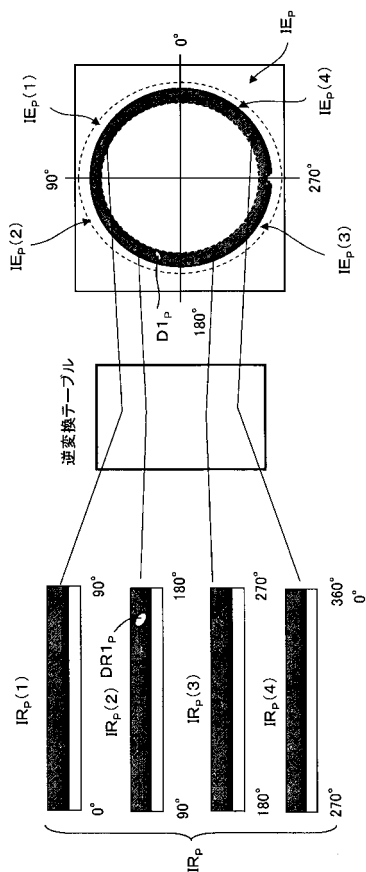
【図 18】



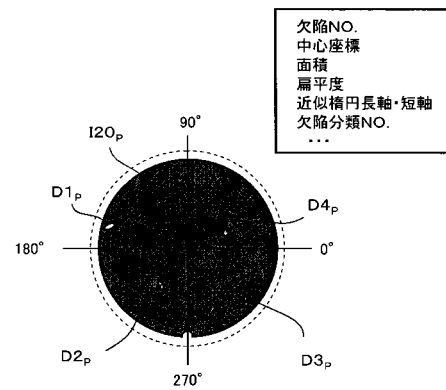
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮園 浩一
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
- (72)発明者 川崎 祥三
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
- (72)発明者 森 秀樹
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
- (72)発明者 浜谷 和彦
神奈川県鎌倉市今泉台三丁目14番地9 株式会社横浜総合研究所内
- Fターム(参考) 2G051 AA51 AB07 CA04 DA05 EA12 EC05 ED01 ED07 ED21
5B057 AA03 BA02 CA08 CA12 CA16 CH11 DA03 DA07 DB02 DB09
DC08 DC16 DC22