

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4320132号  
(P4320132)

(45) 発行日 平成21年8月26日(2009.8.26)

(24) 登録日 平成21年6月5日(2009.6.5)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO 2 B 21/00 (2006.01)</b>	GO 2 B 21/00
<b>GO 1 N 21/956 (2006.01)</b>	GO 1 N 21/956 A
<b>GO 1 N 23/04 (2006.01)</b>	GO 1 N 23/04
<b>GO 1 N 23/225 (2006.01)</b>	GO 1 N 23/225
<b>GO 1 N 23/227 (2006.01)</b>	GO 1 N 23/227

請求項の数 1 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-155215 (P2001-155215)	(73) 特許権者	000115902
(22) 出願日	平成13年5月24日(2001.5.24)		レーザーテック株式会社
(65) 公開番号	特開2002-350731 (P2002-350731A)		神奈川県横浜市港北区新横浜 2-10-1
(43) 公開日	平成14年12月4日(2002.12.4)	(73) 特許権者	000190149
審査請求日	平成16年5月24日(2004.5.24)		信越半導体株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目6番2号
		(74) 代理人	100124280
			弁理士 大山 健次郎
		(72) 発明者	楠瀬 治彦
			神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目10番4号 レーザーテック株式会社内
		(72) 発明者	粟村 直樹
			神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目10番4号 レーザーテック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 欠陥観察方法及び欠陥観察装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板表面を光学的に検査し、検出された基板の表面領域に存在する欠陥を高倍率観察用の顕微鏡により観察する欠陥観察方法において、

一方向に整列した複数の光ビームにより基板表面を走査し、基板からの反射光をリニアイメージセンサにより受光するコンフォーカル光学系を有し、欠陥検出及び欠陥の光学観察を行う光学顕微鏡を用意し、

前記リニアイメージセンサの出力信号から基板の表面領域に存在する欠陥及びそのアドレスを検出する欠陥検査工程と、

前記欠陥検査工程が終了した後、前記欠陥検出を行った光学顕微鏡を用い、高倍率観察が必要な欠陥を選別するために、検出された欠陥のアドレス情報を用いて当該欠陥の画像を観察する工程と、

観察結果に基づき、高倍率観察が必要な欠陥を選別し、選別された欠陥の付近に当該欠陥の位置を示すマークを形成するマーキング工程と、

マーキングされた基板を高倍率観察用の顕微鏡に装着し、基板に形成されたマークを用いて欠陥を視野内に位置させ、高倍率観察モードで欠陥を観察する工程とを具備することを特徴とする欠陥観察方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、半導体ウェハやマスクブランクス等の基板の表面領域に存在する微細欠陥を観察する欠陥観察方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

LSIの製造の歩留りや信頼性を向上させるためには、半導体ウェハの欠陥検査が極めて重要である。現在、LSIの微細化に伴い、半導体ウェハについて100nm程度の微細な欠陥を検出できることが要求されている。この半導体ウェハの欠陥検査方法として、半導体ウェハの表面をレーザビームにより走査し、ウェハ表面で散乱した散乱光を受光して欠陥検出を行うレーザ散乱光方式が実用化されている。また、別の欠陥検出方法として、欠陥検査すべきウェハの表面をマルチレーザビームにより走査し、ウェハ表面からの反射光をリニアイメージセンサで受光するマルチビーム欠陥検出方法も実用化されている。特に、マルチビーム方式の欠陥検査方法はコンフォーカル光学系を利用しているため、レーザ散乱光方式に比べて一層高い分解能が得られ、50nm程度の微細な欠陥も高精度に検出している。

10

【0003】

上述した欠陥検出方法においては、欠陥の存在が検出されると共に同時に欠陥のアドレス座標も検出され、求めたアドレスを利用して欠陥のリビューすなわち欠陥についての光学的観察が行われ、欠陥の解析に利用されている。

【0004】

一方、欠陥の発生要因を解析するためには、検出された欠陥を高倍率で観察する必要がある。例えば、100nm程度のサイズを欠陥を観察するためには、10000倍程度の高倍率で観察しなければならず、走査型電子顕微鏡(SEM)や原子間力顕微鏡(AFM)等を用いて観察する必要がある。

20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

SEMやAFM等を用いて高倍率で欠陥を観察する際、顕微鏡の視野内に欠陥を捕らえることが極めて重要である。しかしながら、半導体ウェハやマスクブランクスに形成されている座標の原点は誤差が大きいため、検出された欠陥を欠陥検査工程において得られた座標系を用いて顕微鏡の視野内に位置させるのは極めて困難な作業となってしまう。特に、高倍率観察を行うには、欠陥検査工程で用いた光学系とは異なる別の観察装置を用いる必要があるため、欠陥観察する基板を検査装置から一旦取り外し、別の観察装置であるSEMやAFMに装着しなければならず、欠陥検査の際に求められたアドレス座標を用いても、装着誤差が生じてしまう。さらに、欠陥の検出と同時に求めた欠陥のアドレス座標を用いても、低倍率で欠陥を視野内に位置させようとするとう陥を見落とすおそれがある。一方、高倍率で視野内に位置させようすると、サーチすべき視野が広過ぎてしまい、欠陥を視野に位置させるのに長時間かかってしまう。

30

【0006】

従って、本発明の目的は、SEMやAFM等を用いる高倍率の観察モードにおいて、欠陥検出工程で検出した欠陥を簡単な作業で視野内に位置させることができ、微細欠陥を高倍率で観察できる欠陥観察方法欠陥観察装置を提供することにある。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明による欠陥観察方法においては、基板の表面領域に存在する欠陥を観察するに際し、検査すべき基板の表面を走査して欠陥を検出する工程と、検出された欠陥の位置を指示するために欠陥の近傍にマーキングを行う工程とを具える。このように、検出した欠陥に対し、その近傍にマーキングを施しておくことにより、欠陥の再観察するとき或いは走査型顕微鏡や原子間力顕微鏡のような別の観察装置を用いて欠陥を観察する場合に観察すべき欠陥を容易に見つけ出すことができる。

【0008】

本発明による欠陥観察方法の参考例は、基板の表面領域に存在する欠陥を観察するに際

50

し、検査すべき基板の表面を光ビームにより走査して欠陥を検出する第1の観察工程と、検出された欠陥の位置を指示するために欠陥の近傍にマーキングを行うマーキング工程と、当該マーキングを目印として、検出された欠陥を第1の観察工程の倍率よりも高い倍率で観察する第2の観察工程とを具える。微細欠陥を詳しく観察する場合、光学系の異なる別の装置等でさらに高倍率で観察することが重要であり、このような場合、欠陥近傍にマーキングを施しておく、初めに微細欠陥を検出した第1の観察工程よりも高倍率で再観察する第2の観察工程においてもマーキングを目印に欠陥の位置を容易に見つけ出すことができ、欠陥の見落としの防止や観察時間の短縮を図ることができる。

【0009】

さらに、第2の観察工程は、マーキングを見つけ出す低倍率の観察モードと、欠陥を観察するための高倍率観察モードとを含むことができる。このように、低倍率でマーキングを見つけ出せば一層容易に欠陥の位置を特定することができる。

【0010】

本発明による欠陥観察方法は、基板表面を光学的に検査し、検出された基板の表面領域に存在する欠陥を高倍率観察用の顕微鏡により観察する欠陥観察方法において、

一方向に整列した複数の光ビームにより基板表面を走査し、基板からの反射光をリニアイメージセンサにより受光するコンフォーカル光学系を有し、欠陥検出及び欠陥の光学観察を行う光学顕微鏡を用意し、

前記リニアイメージセンサの出力信号から基板の表面領域に存在する欠陥及びそのアドレスを検出する欠陥検査工程と、

前記欠陥検査工程が終了した後、前記欠陥検出を行った光学顕微鏡を用い、高倍率観察が必要な欠陥を選別するために、検出された欠陥のアドレス情報を用いて当該欠陥の画像を観察する工程と、

観察結果に基づき、高倍率観察が必要な欠陥を選別し、選別された欠陥の付近に当該欠陥の位置を示すマークを形成するマーキング工程と、

マーキングされた基板を高倍率観察用の顕微鏡に装着し、基板に形成されたマークを用いて欠陥を視野内に位置させ、高倍率観察モードで欠陥を観察する工程とを具えることを特徴とする。

50 nm程度の微細な欠陥の画像を光学的に撮像することは困難である。しかし、検査すべき基板を光ビームにより走査すると、微細な欠陥により光ビームが散乱又は回折し正規の光路から外れるため、基板からの正反射光を受光することにより微細な欠陥の存在を検出することが可能である。一方、検出した欠陥の発生原因や性状等を把握するためには検出した欠陥の画像を高倍率で観察する必要がある。そこで、本発明では、光ビーム走査により欠陥の存在及びそのアドレス座標を検出し、その後、同一の光学装置を用いて欠陥を観察する。そして、この欠陥観察により高倍率観察の要否を判断する。一方、半導体ウェハやマスクブランクス等の基板について欠陥検査を行う装置と検出された欠陥を10,000倍程度の高倍率で観察する顕微鏡装置とは別体の装置であるため、欠陥検査で求められた欠陥のアドレスを用いても100 nm程度の欠陥を10,000倍程度の高倍率顕微鏡の視野内に位置させることは極めて困難である。そこで、本発明では、欠陥検査を行った後、光学的に欠陥を観察して高倍率モードでの観察の要否を判断する。高倍率観察が必要な場合、基板の欠陥の付近に機械的なマークをマーキングする。そして、低倍率モードでマーク検出を行い、微細な欠陥を観察視野内に位置させる。これにより、SEMやAFMによる10000倍程度の高倍率観察においても容易に欠陥を視野内に位置させることができる。この結果、高倍率で観察した欠陥情報を容易に得ることができ、微細欠陥の発生要因を容易に解析することができる。

【0011】

本発明による欠陥観察方法の好適実施例は、欠陥検出工程及び欠陥を光学的に観察する工程において、コンフォーカル光学系を有する同一の光学装置を用いて欠陥検出及び欠陥観察をそれぞれ行うことを特徴とする。コンフォーカル光学系は高い分解能で欠陥を検出することができる。同時に、検出した欠陥を同一のコンフォーカル光学系を用いて光学的に

10

20

30

40

50

レビューすれば、観察すべき基板を同一の光学系に装着した状態で光学観察することができ、微細な欠陥を容易に視野内に位置させることができ、光学的レビューの作業性も向上する。この結果、高倍率観察の要否の判断も容易になる。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【 発明の実施の形態 】

図 1 は本発明による欠陥観察方法を実施するための光学装置の一例の構成を示す線図である。本例では、コンフォーカル光学系を有する顕微鏡装置を用いて欠陥検出及び欠陥の光学観察を行う。レーザ光源 10 から発生したレーザビームを回折格子 11 に入射させ、紙面内の第 1 の方向に整列した複数の光ビームに変換する。これら光ビームは第 1 及び第 2 のリレーレンズ 12 及び 13 を経て偏光ビームスプリッタ 14 に入射し、この偏光ビームスプリッタを透過してガルバノミラー 15 に入射する。ガルバノミラー 15 は入射した複数の光ビームを第 1 の方向と直交する第 2 の方向（紙面と直交する方向）に所定の周波数で周期的に偏向する。ガルバノミラー 15 で反射した複数の光ビームは第 3 及び第 4 のリレーレンズ 16 及び 17 並びに 1/4 波長板 18 を経て対物レンズ 19 に入射する。この対物レンズ 19 は、入射した複数の光ビームを微小スポット状に集束して観察すべき基板試料 20 に投射する。従って、基板 20 には複数の微小な光スポットが第 1 の方向と対応する方向に沿ってライン状に形成される。これら光スポットはガルバノミラー 15 により光スポット列の方向と直交する方向に第 2 の方向にされるので、試料 20 は複数の光ビームにより走査され、従って 2 次元的に走査されることになる。本例では、欠陥検出及び欠陥観察すべき基板としてパターンが形成されていない半導体ウェハを用いることにする。

#### 【 0 0 1 3 】

基板 20 は x y 駆動機構を有するステージ 21 上に載置する。基板上的各光スポットからの反射光は対物レンズ 19 により集光され、1/4 波長板 18、リレーレンズ 17 及び 16 を経てガルバノミラー 15 に入射する。そして、ガルバノミラー 15 によりデスキャンされ、偏光ビームスプリッタ 14 に入射する。これら反射ビームは 1/4 波長板 18 を 2 回通過しているため、その偏光面は 90° 回転している。この結果、基板からの反射ビームは偏光ビームスプリッタ 14 の偏光面で反射し、レーザ光源からの照明光から分離される。偏光ビームスプリッタで反射した光ビームは第 5 のリレーレンズを 22 を経てリニアイメージセンサ 23 に入射する。リニアイメージセンサ 23 は、基板 20 上に形成された光スポット列の方向と対応する方向に沿ってライン状に配列した複数の受光素子を有する。従って、基板からの反射ビームはリニアイメージセンサ 23 の各受光素子にそれぞれ入射する。尚、いずれかのリレーレンズをズームレンズで構成することにより、反射ビームの間隔が調整され、各反射ビームを対応する受光素子にそれぞれ入射させることができる。各受光素子の光入射面は、枠により規制されているから、微小なアパーチャにより規制されているのと等価である。従って、微小な点光源からの光ビームが開口に規制された受光素子に入射することになり、コンフォーカル光学系を構成することができる。この結果、フレアが除去され、高い分解能の光学系が構成される。

#### 【 0 0 1 4 】

基板 20 上の各光スポットからの反射光は、ガルバノミラー 15 によりデスキャンされているので、基板上的各光スポットから反射ビームはリニアイメージセンサ 23 の各受光素子にそれぞれ入射し、静止した状態に維持される。従って、リニアイメージセンサ 23 を所定の読出周波数で読み出すことにより、リニアイメージセンサ 23 から基板の 2 次元画像の映像信号が出力される。尚、ステージ 21 を第 1 の方向すなわち光スポット列の方向に移動することにより、基板の全体像を撮像することができる。

#### 【 0 0 1 5 】

次に、このレーザ顕微鏡の駆動制御について説明する。顕微鏡の駆動制御は同期信号発生回路 30 から供給される同期信号により行う。同期信号発生回路 30 からステージ駆動回路 31 に同期信号を供給してステージ 21 を第 2 の方向（紙面と直交する方向）に移動させる。さらに、同期信号発生回路からガルバノミラー駆動回路 32 に同期信号を供給してガルバノミラー 15 の駆動を制御する。CCD ドライバ 33 にも同期信号を供給してリニ

イメージセンサ 2 3 の各受光素子に蓄積された電荷を 1 ライン毎に読み出し、読み出した出力信号を順次画像増幅器（図示せず）に供給して映像信号を発生させる。

【 0 0 1 6 】

次に、欠陥検出について説明する。リニアイメージセンサ 2 3 の各受光素子には検査すべき基板の表面領域で反射した正反射光だけが入射するので、基板の表面領域に微細な欠陥が存在する場合入射した検査光は欠陥により散乱又は回折し、正規の光路から外れ受光素子に入射しない。従って、当該欠陥部分を走査した時点の受光素子からの出力信号強度は正常な表面領域を走査した時点の出力信号強度よりも低下することになる。この結果、光ビームで基板を光学的に走査した場合、50 nm ~ 100 nm 程度の微細な欠陥の画像を撮像することはできないが、受光素子の出力信号強度変化を用いて微細な欠陥の存在を光学的に検出することが可能になる。この場合、走査する光ビームのスポット径よりもはるかに小さい欠陥であっても、光スポット中に 50 nm 程度の欠陥が存在すると、微細欠陥による散乱又は回折により受光素子の信号強度は識別できる程度に変化するので、受光素子の出力信号強度を基準値と比較することにより微細欠陥の存在を明確に検出することが可能である。従って、リニアイメージセンサ 2 3 からの出力信号を映像信号として出力し、欠陥検出回路 3 3 からの出力信号を欠陥検出信号として出力することにより、図 1 に示す装置は顕微鏡及び欠陥検出装置の両方の機能を達成することができる。

10

【 0 0 1 7 】

リニアイメージセンサ 2 3 の各受光素子からの出力信号を欠陥検出回路 3 3 に供給する。この欠陥検出回路 3 3 は、隣接する受光素子からの出力信号を比較する比較回路を有し、比較回路の出力が閾値を超えた場合欠陥と判定する。或いは、比較回路において各受光素子からの出力信号強度を所定の閾値と比較し、各受光素子からの出力信号強度が閾値以下になった場合欠陥が存在すると判定する。このように構成することにより、光学的に撮像できない程度の微細な欠陥であってもその存在を明瞭に検出することができる。

20

【 0 0 1 8 】

次に、本発明による欠陥観察方法について説明する。図 2 は本発明による欠陥観察方法のアルゴリズムの一例を示すフローチャート図である。初めに、図 1 に示す顕微鏡としても動作する欠陥検査装置（手段）を用い、半導体ウェハのほぼ全面にわたって欠陥検査を行う。この欠陥検査において、欠陥及びそのアドレス座標を検出し、欠陥の存在及びそのアドレス座標をメモリ装置に記憶する。

30

【 0 0 1 9 】

欠陥検査が終了した後、本発明による欠陥検査装置及び顕微鏡装置の両方の機能を具える同一の光学装置を用いて欠陥を光学的に観察する（第 1 の観察工程）。この観察倍率は例えば 1000 倍とすることができる。この際、欠陥と共に求めたアドレス座標を用いて欠陥を顕微鏡の視野内に位置させる。このように比較的高い倍率で欠陥を光学的に観察する場合であっても、本例では、欠陥検査工程で用いた光学系と同一の光学系を用いて欠陥を観察するため、100 nm 程度の大きさの欠陥を比較的簡単な作業で視野内に位置させることができる。また、コンフォーカル光学系を用いて観察するため、欠陥自体を比較的鮮明に観察することができる。この光学観察により、欠陥の発生要因や性質、サイズ等を把握することができる場合、この時点で観察を終了することができる。一方、光学観察だけでは、検出された欠陥の性質、形状及びサイズ等を十分に把握できない場合、さらに高倍率での観察を行う。従って、この光学観察工程は、SEM や AFM 等による高倍率観察の必要の要否を判断する意義を有する。

40

【 0 0 2 0 】

高倍率観察が必要であると判断した場合、欠陥の付近に欠陥の位置を表すマークを形成するマーキング処理（マーキング工程）を行う。図 3 はマーキング装置（マーキング手段）の構成を示す線図である。観察すべき基板 20 に対して、観察光学系と共にマーキング装置を配置する。このマーキング装置は、レバー 40 を有し、その一端側に偏心カム 41 を連結し、他端にダイヤモンドチップ 42 を装着する。このダイヤモンドチップとして、ダイヤモンドの（111）面で構成されるファセットを用いことができる。このファセ

50

ットを用いることにより、特徴的な四角の凹状のマークを基板に形成することができる。尚、偏心のカム 41 はモータに連結し、その回転駆動を利用してダイヤモンドチップを上下動させ、基板 20 の表面に四角の凹部をマークとして形成する。尚、図 4 に基板表面に形成したアラインメントマークの一例を示す。図 4 において、黒丸は欠陥検出装置により検出された欠陥を示し、欠陥の周囲の四角形の表示はダイヤモンドのファセットにより基板に形成した凹状のマークを示す。この凹状のマークは、例えば検出した欠陥の位置から  $20\ \mu\text{m}$  離れた位置に一辺が  $5\ \mu\text{m}$  の四角形のマークとして形成することができる。従って、電子顕微鏡による高倍率観察を行う際、凹状のマークを目印として検出した欠陥を電子顕微鏡の視野内に位置させることができる。

#### 【0021】

一方、マーキング方法として、機械的マーキング方法以外の方法としてレーザアブレーションによるマーキング方法も考えられる。しかし、レーザアブレーションの場合、デブリ等の飛散物が欠陥の周囲に付着するため、新たな別の欠陥を発生することとなる。一方、機械的マーキング手段を用いて基板に凹部を形成する場合、デブリが発生せず好ましいマーキングを実行することができる。

#### 【0022】

次に、例えば、SEM や AFM 等のような低倍率観察モード及び高倍率観察モードを有する顕微鏡装置に基板を装着する。初めに、例えば 100 倍率程度の低倍率モードで基板に形成したマークを検出する。例えば SEM で観察する場合、低倍率でのマーク検出は比較的高速で行うことができる。また、AFM で観察する場合、付随的に設けられている低倍率用の光学顕微鏡を用いてマーク検出を行うことができる。このマーク検出により、簡単な作業で短時間で欠陥を顕微鏡の視野内に位置させることができる。

#### 【0023】

次に、高倍率モードで欠陥について観察する。この高倍率モードとして、例えば倍率を 20000 倍に設定することができる。そして、この高倍率観察モードにより、欠陥のサイズ、形状等を確認することができる。欠陥の発生要因に関する重要な情報を得ることができる(第 2 観察工程)。この高倍率モードの欠陥観察装置(高倍率で観察する手段)として、走査型電子顕微鏡(SEM)、原子間力顕微鏡(AFM)、透過電子顕微鏡(TEM)、2 次イオン質量分析装置(SIMS)、オージェ電子分光分析装置(AES)又はラマン分光分析装置を用いることができる。これらの観察装置は、基板の表面だけでなく、表面から若干内部に位置する基板の表面領域に形成された欠陥に関する情報も検出することができる利点がある。

#### 【0024】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、検査すべき基板を光ビームで走査して欠陥を検出し、検出した欠陥のアドレス座標を用いて欠陥の近傍にマーキングを形成しているため、基板に形成したマーキングを目標に欠陥の位置を高倍率顕微鏡装置の視野内に容易に位置させることができ、 $50\ \text{nm}$  程度の微細な欠陥であっても電子顕微鏡や原子間顕微鏡装置等の高倍率顕微鏡により容易に観察することができる。特に、基板が半導体ウェハの場合、欠陥をサーチする際の目標となるものが存在しないため、検出した微小欠陥を 10000 倍程度の高倍率で観察するのに有益である。また、機械的手段を用いてマーキングを行っているため、デブリ等の飛散物を発生させることなくマーキングを行うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による欠陥観察方法を実施するための顕微鏡装置の構成を示す線図である。

【図 2】 本発明による欠陥観察方法のアルゴリズムを示す図である。

【図 3】 マーキング装置の一例の構成を示す線図である。

【図 4】 検出された欠陥とマーキングされたマークとの関係を示す線図である。

##### 【符号の説明】

10 レーザ光源

10

20

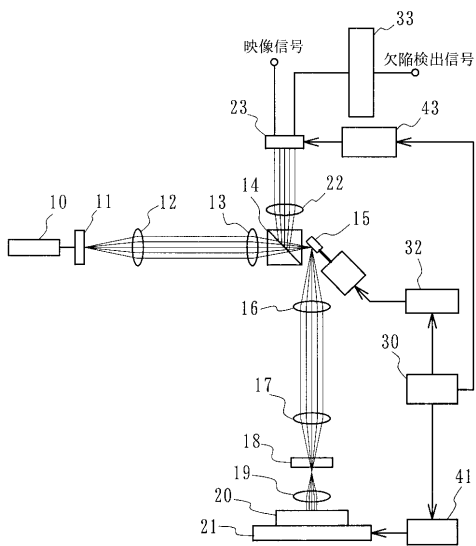
30

40

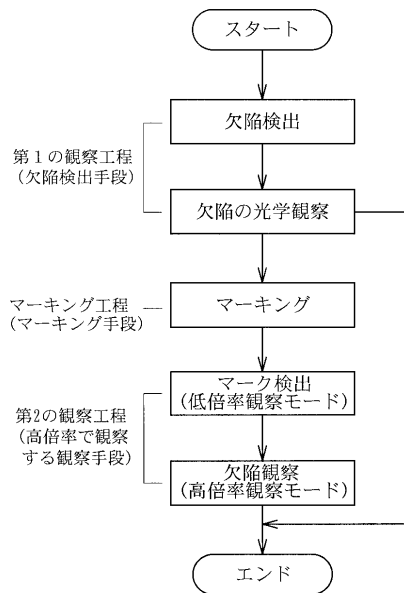
50

- 1 1 回折格子
- 1 5 ガルバノミラー
- 2 0 基板
- 2 3 リニアイメージセンサ
- 3 0 同期信号発生回路
- 3 3 欠陥検出回路

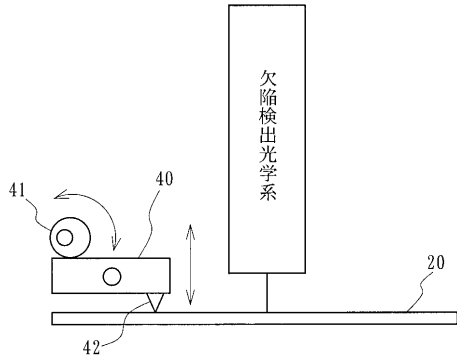
【図1】



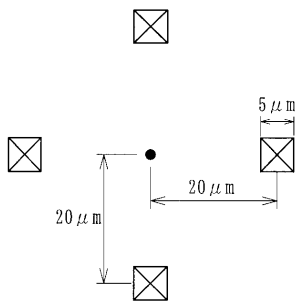
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 3 F 1/08 (2006.01) G 0 3 F 1/08 S

(72)発明者 小林 武史  
福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0 番地 信越半導体株式会社 半導体白河研究所内

審査官 荒巻 慎哉

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 4 1 3 1 9 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 1 0 9 8 7 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 4 3 7 7 5 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 6 4 1 8 8 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 3 5 4 5 9 8 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 6 0 1 3 8 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 6 0 3 3 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 7 4 1 6 3 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 1 2 1 5 0 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 2 7 6 1 1 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 8 2 0 1 0 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 0 0 2 1 5 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01N 21/84 - 23/227

G02B 21/00

G03F 1/08